



Saulo Sebastião de Souza

Mestre em Educação
Bacharel e Licenciado em Filosofia

**A Electrificação Em Minas Gerais – Dos
Primórdios à Primeira Guerra Mundial:
contribuições histórico-filosóficas para uma
pedagogia da Técnica**

Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em
História, Filosofia e Património da Ciência e da Tecnologia

Orientador: Doutor António Manuel Dias de Sá Nunes dos
Santos, Professor Catedrático, Aposentado, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Doutora Maria de Paula Pires dos Santos
Diogo

Arguente(s): Doutora Isabel Maria Ferreira Martins Serra
Doutor Josemir Almeida Barros

Vogais: Doutora Ana Maria dos Santos Cardoso de Matos
Themudo Barata
Doutora Anabela Monteiro Gonçalves Pronto
Doutor Christopher Damien Aurette



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Outubro 2017

2017

**A Electrificação em Minas Gerais – dos Primórdios à Primeira Guerra
Mundial: contribuições histórico-filosóficas para uma pedagogia da Técnica**



Saulo Sebastião de Souza

Electrificação Em Minas Gerais – Dos Primórdios à Primeira Guerra Mundial: contribuições histórico-filosóficas para uma pedagogia da Técnica.

Copyright © Saulo Sebastião de Souza, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação doutoral através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, científica ou educacional, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

DEDICATÓRIA

Ao Grande Arquitecto do Universo, aos Mestres Yeshua, Sidarta, ao Grande Mestre António de Pádua, ou simplesmente Fernando de Lisboa, à minha Mãe Laura (*in memoriam*) e ao meu Pai Moacyr Propheta de Souza (*in memoriam*), pelos cuidados e pelo bem mais precioso de cada ser humano, o dom da vida, ao amigo e protector de muitos anos, “P. A. de A.”, ao meu Tio avô-paterno, cujas palavras, de carinho, incentivo, estímulo, confiança, força e apreço, gravaram-se como fogo em rocha granítica e em cérebro vivo, bálsamo melífero ao coração dorido; palavras de uma pessoa simples, mas de uma inteligência admirável, sabedoria e bondade, espírito arrebatado para os cimos imortais do Grande Oriente, mas cuja lembrança não desapareceu em minha vida: Leônidas José de Souza (o “Tio Nido”), cujos estímulos e elogios nunca faltaram, mesmo nos momentos mais difíceis, quando a confiança capenga, a vontade vacila e a esperança torna-se frágil e fugidia.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor doutor António Manuel Dias de Sá Nunes dos Santos, o “primeiro professor catedrático do doutorado por mim escolhido”, agradeço, intensa, reconhecida, e profundamente, pela acolhida amiga e incansável ajuda, dentro e fora da faculdade, com o qual muito aprendi e tenho aprendido. Ser supino, permeado de amplo e universal conhecimento em que a competência mescla-se a uma augusta paciência, em que a ética e a moral, o humanismo e a sabedoria (intelecção, arte, conhecimento e técnica) aninharam-se perfeitamente e harmoniosamente, onde se encontram também em igual número, género, grau e medida, a sabedoria, a honradez e a humildade, a bondade e a inteligência. Com o professor Nunes dos Santos encontrei o entusiasmo de quem ama a ciência, mas que resolveu enveredar pelo campo das ciências humanas, a exemplo da história, fazendo-se, sem o saber, embora sempre o fosse, porque os pensamentos críticos e analíticos sempre fizeram parte de si e de sua actividade profissional, um “filósofo”. Agradeço, pois, ao meu insigne mestre por tudo, desde os primeiros momentos ao actual instante, sobretudo, pela honra de ser o meu orientador, sem o qual o sucesso seria difícil ou estaria seriamente comprometido.

Ao Professor Doutor Christopher Damien Aretta, o maior de todos os portugueses nascidos fora da Terra de Camões, ser lúcido, dotado de raríssimas qualidades intelectuais e estéticas. Em sua pessoa encontram-se sintonizados, de modo raro e harmonioso, uma vasta erudição, e uma sensibilidade artística, que vai da *póiesis* de Aristóteles ao competente e humilde estro de um Fernando Pessoa. A esse humanista encarnado em alma de escritor, professor e eterno poeta, espírito despojado das veleidades temporais e imediatistas do baixo clero moral humano, voltado, cada vez mais, parodiando Platão, à busca do Sumo Bem e do Supremo Belo, agradeço também por tudo, pelo conhecimento adquirido, incentivo e a sincera amizade.

Faço público também à Professora Doutora Ana Matos Cardoso o meu sincero agradecimento principalmente por reservar parte de seu precioso tempo em fazer parte da Comissão de Acompanhamento de minha tese, o que muito nos enriqueceu e gratificou.

À minha querida esposa Ester Moreira de Souza, deixo o meu caloroso, especial e carinhoso agradecimento, profundo reconhecimento e eterna gratidão, pela extremada dedicação, amizade, amor e carinho, paciência e companheirismo, demonstrados em forma de apoio, compreensão, dedicação, incansável incentivo, confiança, ajuda e estímulo permanentes, bem como desprendimento, como o de suportar minhas ausências e privação de minha pessoa durante todo o tempo que estive em Portugal, sem os quais não teria persistido e chegado ao fim desta longa e difícil jornada. Enfim, agradeço-lhe por tudo o que fez e tem feito a este apequenado ser, dos primeiros dias de nossa vida em comum, até o prezado e azado momento.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, *locus* privilegiado em que douts pululam de forma ampla e admiravelmente, porém, sem arrogância e afectação, pela oportunidade de cursar o Doutoramento em História, Filosofia e Património da Ciência e da Tecnologia.

Agradeço a todos os mestres-professores do doutoramento com os quais trabalhei ou convivi, nesta ou naquela actividade, dentro e fora de sala de aula, que muito ajudaram no meu projecto académico, à ampliação do conhecimento e experiência, epistémica, institucional e pessoal.

Às Secretárias, do processo doutoral em História, Filosofia e Património da Ciência e da Tecnologia da FCT-UNL, Cristina e Sónia, deixo também o meu obrigado, pela paciência e ajuda constantes.

Agradeço também, grata e profundamente, a bela e hospitaleira cidade de Lisboa, a Caparica, e ao país de origem da gente brasileira, Portugal, pela franca e segura acolhida, sempre amiga, respeitosa e prazenteira, a um estrangeiro de ultramar como se filho vosso sempre fosse.

RESUMO

A electricidade é uma das forças mais importantes do Universo, cujos fenómenos rondaram a vida e estimularam a curiosidade e o conhecimento humano, analisado inicialmente pelo mito e senso comum, para em seguida ganhar *status* racional pela Filosofia e mais adiante pela Ciência Moderna. A temática da investigação doutoral inicialmente tinha como objecto primordial a Electrificação no Estado de Minas Gerais – dos primórdios a I Guerra Mundial, no contexto global. Assim, tratando-se de uma aplicação da ciência – a electrificação – não é possível uma separação do contexto filosófico e histórico da Electricidade bem como a transmissão de conhecimento dessa área científica. Só um conhecimento profundo da contribuição das ideias do conceito de electricidade pode nos proporcionar a aplicação tecnológica dessas ideias com seu impacto sedutor de deslumbramento. Os instrumentos de pesquisa foram bibliográficos e documentais em arquivos, realizados através de livros, jornais, periódicos, documentos, pesquisa webgráfica, análise de vídeos, filmes e documentários. Os resultados da pesquisa indicaram a importância da electricidade, enquanto força natural e artificial, cuja existência é indispensável na natureza, desde o nascimento do *Kósmos*, culminando posteriormente no advento da electricidade enquanto ciência e técnica criada pelo homem. A electricidade estruturou os átomos e ordenou as moléculas, criando e sustentando também a vida, da célula estaminal às descobertas, invenções e aplicações eléctricas, desde a explosão do conhecimento electro-eletrónico hodierno, responsável por esta sociedade, cheia de facilidades e de opressões. Identificou-se a Educação como meta do processo evolutivo humano. Destacou-se a importância da Filosofia, da ciência, do pensar crítico, e da educação, ou pedagogia, afirmando que, não sendo coisas separadas, são realidades culturais dinâmicas, associadas e interligadas. Investigou-se o *processo de implantação da energia eléctrica no estado de Minas Gerais, períodos iniciais, até à Primeira Guerra Mundial*. A implantação da energia eléctrica no Brasil seguiu a tendência mundial, a exemplo, Portugal. No diálogo entre as ciências experimentais e as ciências sociais, este estudo comporta uma discussão historiográfica crítica no que tange à história da electricidade, entre outros, o “desinteresse académico” – em especial o universitário – que acompanhou a electricidade por séculos a fio. Não sendo possível aceder às fontes indicativas do impacto da electricidade, fonte de desenvolvimento social e de mudança cultural, de deslumbramento das populações, optou-se pela exposição do pensamento de dois eminentes escritores portugueses, Eça de Queiroz e Fernando Pessoa, sobre a ciência e a técnica moderna.

Palavras Chave: História, filosofia, ciência, tecnologia, educação, electricidade, electrificação.

ABSTRACT

Electricity, one of the fundamental forces, which permeates the living universe, has also comprised a domain of inquiry and knowledge, first by way of myth and empirical observation (sedimenting into the so-called common sense view of the world) and subsequently as a focus of philosophical conceptualization and modern scientific study. The present dissertation seeks firstly to understand the process of electrification of Minas Gerais in global terms from its early history to the First World War. Nonetheless, the process of electrification, generally considered to be an instance of applied science, cannot be dissociated from the philosophical and historical context of electricity itself; concomitantly, it is also ill-advised to separate the historical-conceptual field of electricity from the history of its elucidation as a scientific domain of investigation and elucidation. Moreover, it is by way of the deeper understanding of the ideas surrounding the phenomenon of electricity that the contemporary investigator can appraise the full scope (i.e., prodigious impact) relating to the technological applications of electricity. The research carried out has relied on bibliographical and archival sources—book-length studies, periodical literature, digital data bases, films and documentaries, which, altogether, have led to the following conclusion: electricity, understood as both a natural and artefactual (man-made) force, has accompanied the cosmos from its inception and at present constitutes a fundamental techno-scientific achievement of modernity. Electricity not only configures the atom and molecules: it both creates and sustains the living world, from the stem cell to humanity's present-day inventions and applications, which, in turn, comprise a major element of the contemporary noosphere on a planetary level. Additionally, in consequence of our teaching and research path, the dissertation establishes as its fundamental premise: 1) the role of education as the principle vector of human development; 2) the central role played by philosophically orientated critical thinking; and 3) the complex interrelationships fomented by our contemporary dynamic and multi-disciplinary culture. Finally, the dissertation examines the process leading to the establishment of electricity in the state of Minas Gerais: from its inception to the First World War. In fact, the history of the establishment of electric energy in Brazil follows that of electrification as seen throughout the world, for example, Portugal. As an example of the dialogue between the experimental and social sciences, the dissertation seeks to contribute to a critical historiographical discussion with respect to the history of electricity, thereby also bringing the history and philosophy of electricity to the academic foreground. As a final element of inquiry, our research explores the relevant thought and artistic creations of Eça de Queiroz and Fernando Pessoa as they relate to the topic of electricity in techno-scientific and cultural modernity.

Keywords: History, philosophy, science, technology, education and electricity

ÍNDICE DE MATÉRIAS

DIREITOS DECÓPIA.....	I -
AGRADECIMENTO.....	III -
RESUMO.....	V -
ABSTRACT.....	VII -
ÍNDICE DE MATÉRIAS	XII
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1 -
CAPÍTULO II – “FORMAÇÃO INTEGRAL” OU “PROFISSIONALIZAÇÃO”: REFLEXOS DA ESCOLA NOVA NO ENSINO SUPERIOR.....	13 -
CAPÍTULO III: HISTÓRIA DA ELECTRICIDADE: BREVE RELATO DOS PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS E AUTORES MAIS SIGNIFICATIVOS	32 -
CAPÍTULO IV: HISTÓRICO PANORÂMICO DO DESENVOLVIMENTO DA ELECTRIFICAÇÃO NO SÉCULO XIX	94 -
4.1. REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA “NATURAL” DA ELECTRICIDADE.....	110 -
CAPÍTULO V: A HISTÓRIA DA ELECTRICIDADE E DA ELECTRIFICAÇÃO MINAS GERAIS.....	115 -
5.1. A GÊNESE DA ELECTRICIDADE NO BRASIL E O EXEMPLO DE MINAS GERAIS	144 -
5. 2. O SURGIMENTO DA ELECTRIFICAÇÃO PÚBLICA E DE POTÊNCIA NO ESTADO DE MINAS GERAIS E NO BRASIL.....	163 -
5.3. A INTRODUÇÃO DA ELECTRICIDADE EM BELO HORIZONTE.....	178 -
5.4. A ELECTRICIDADE NA OPINIÃO DE EÇA DE QUEIROZ E DE FERNANDO PESSOA: BEM OU MAL?	182 -
CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	202 -
BIBLIOGRAFIA.....	210 -
ANEXOS.....	218 -

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Vivemos num mundo eléctrico. Nossa sociedade é tão dependente da electricidade quanto o homem depende da terra e o peixe precisa da água.

Esta tese doutoral é o resultado de um conjunto de indagações e de suas implicações, de filósofo e professor do ensino superior em quinze anos de trabalho realizado na Faculdade de Educação da Universidade do Estado de Minas Gerais – FaE/CBH/UEMG, em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Reflecte os questionamentos pedagógicos, éticos, gnosiológicos, epistemológicos (Filosofia da Educação e das Ciências) e históricos a respeito da ciência, da tecnologia, da electricidade/electrificação e da relação destes com a educação.

Além das Histórias, Geral, da Educação e da Filosofia, a História e a Filosofia da Ciência, que se tornaram parceiras indissociáveis com a Nova História, constituem focos de interesse, estudos, pesquisas, análises e críticas do pesquisador acerca do fenómeno do conhecimento¹ e da educação humana.

A *temática* da investigação doutoral é a História da Electricidade e o *objecto* a *História da Electrificação no Estado de Minas Gerais – dos primórdios a I Guerra Mundial*. Subjacentes à *História da Ciência*, *Temática* e *objecto* enquadram-se plenamente na linha de pesquisa do Programa de Doutorado em *História, Filosofia e Património da Ciência e da Tecnologia – ênfase em Ciências Sociais*, da *Universidade Nova de Lisboa – FCT-UNL*. Um dos *objectivos* da pesquisa doutoral é chamar atenção para o facto de que o conhecimento da ciência e o domínio das forças eléctricas, efetivada do século XVIII ao XIX, foi um processo *revolucionário*, sem equivalente na história da civilização humana. A dissertação doutoral defende a tese de que a revolução científica e tecnológica produzida pela electricidade tem igual valor na história da civilização humana à descoberta do fogo, à invenção da roda ou da pólvora, facto, no entanto, pouco comentado e devidamente valorizado.

O século XVIII e início do século XIX, nos quais a electricidade nasceu e adquiriu *status* científico, foi um período de turbacão social e crise política de grandes proporções e drásticas transformações, sem precedentes na história, tendo como pontos exponenciais a *Revolução Industrial* (1760/65)², a *Independência da América do Norte* (1776) e a *Revolução Francesa* (1789). À contramão de outros movimentos da época, a Revolução Industrial não foi um “evento armado”, mas que alterou radicalmente a história do homem sobre o planeta Terra. Em resumo, o século XVIII

¹ O problema do conhecimento humano é tratado, na Filosofia, na disciplina Teoria do Conhecimento que estuda as origens, características, fundamentos (lógicos, ontológicos, gnosiológicos, epistemológicos e psicológicos), validade, alcance e verdade do conhecimento. Uma parte da Teoria do Conhecimento é a Epistemologia, disciplina responsável especificamente pela análise e reflexão crítica da Ciência.

² A inexactidão das datas ocorre porque a Revolução Industrial, movimento inicialmente social e económico, não tem uma data histórica muito precisa para o surgimento. A Revolução Francesa, entretanto, tem precisão histórica, pois corresponde à Tomada da Bastilha (1789). Alguns autores datam a Revolução Industrial em 1765, enquanto outros falam 1760, outros ainda de 1750 a 1850.

foi uma época de crise para os antigos regimes da Europa e para os seus sistemas económicos, estando as últimas décadas repletas de agitações políticas por vezes quase culminando em revolta, de movimentos coloniais para a conquista da autonomia quase atingindo a secessão: isto não só nos Estados Unidos [1776-1783], mas também da Irlanda (1782-1784), na Bélgica e em Liège [1787-1790], na Holanda (1783-1787), em Genebra e até, como alguns têm afirmado, na Inglaterra (1779). Tão importante foi esta concomitância de agitação política, que historiadores modernos se têm referido a uma “época de revolução democrática” de que a Revolução Francesa seria apenas um exemplo, embora o mais dramático e de maior alcance (HOBBSAWM, 2001, p. 63).

A dissertação doutoral defende a ideia que a electricidade, junto a outras formas de obter conhecimento (filosóficos, científicos, artísticos), instituições, movimentos sociais, processos económicos, políticos e ideológicos, sofreram a influência de três movimentos marcantes: *Iluminismo*, *Revolução Industrial* e *Revolução Francesa*. O Iluminismo, o mais importante movimento intelectual do século XVIII, centralizado na razão, na valorização do conhecimento científico, no questionamento filosófico e científico, na recusa do dogmatismo, na crítica das doutrinas sociais, políticas e religiosas tradicionais, foi a fonte de inspiração de todas as revoluções e transformações ocorridas no século XVIII e começo do XIX. A Revolução Industrial e Francesa, a “dupla revolução”, na análise do historiador britânico Hobsbawm (2001), influenciaram directamente nos rumos da civilização, a contar a filosofia, a ciência e a técnica, revolucionando, como nunca, a sociedade humana, não somente na Europa e América, mas em todo o mundo.

O problema da pesquisa compreende dois objectos-problemas. O primeiro é teórico, e discute problemas com a educação geral e algumas peculiaridades específicas da educação do Brasil. O alvo das análises está relacionado ao modelo pedagógico durante o domínio político da burguesia liberal revolucionária e o modelo pedagógico determinado por ela, a *Escola Tradicional* e o consequente modelo educacional criado pela burguesia reaccionária, a *Escola Nova*. O crivo das análises críticas relacionadas a este objeto-problema é a perda de qualidade do ensino, principalmente no que tange ao conteúdo programático submetido pela Escola Nova às classes populares no Brasil, e consequências ao ensino e aprendizagem e os cursos superiores.

O segundo objeto-problema da dissertação doutoral é de ordem prática e está directamente relacionado com a pesquisa de campo, e compreende a investigação da *História da Electrificação em Minas Gerais*, e respondeu os seguintes questionamentos: Quais foram as circunstâncias e as dificuldades que envolveram a implantação da electrificação no Estado de Minas Gerais? Por que a produção eléctrica brasileira surgiu em Minas Gerais e não em São Paulo ou no Rio de Janeiro, estados de maior desenvolvimento social e económico? Qual foi a contribuição da *energia eléctrica* no *desenvolvimento regional* (locais de origem das usinas eléctricas)? Qual papel representou a electricidade na industrialização de Minas Gerais?

A dissertação doutoral chama atenção para o facto de que a Filosofia³ e a Ciência⁴ são as maiores conquistas humanas, e a Filosofia o “saber por excelência”, conhecimento (etimologicamente, pelo grego e latim *epistême*, *Scientia*, ciência) *geral e universal*. A filosofia, ao mesmo tempo em que mantém vínculos epistemológicos com a ciência, opõe-se ao senso comum e ao mito. A Filosofia foi a maior conquista *epistémica e gnosiológica* da humanidade, e veio para substituir a *compreensão dogmática, mito-religiosa e do senso comum*, pela *explicação racional*, substituindo o saber particular pelo *universal*. Epistemologicamente a Filosofia é uma conquista do génio grego e representa um enorme avanço em relação a outros saberes criados pelo homem ao longo da história da civilização.

Seja como termo, seja como conceito, a filosofia é considerada pela quase totalidade dos estudiosos como uma criação própria do gênio dos gregos. Efetivamente, enquanto todos os outros componentes da civilização grega encontram uma correspondência junto aos demais povos do Oriente que alcançaram um nível elevado de civilização antes dos gregos (crenças e cultos religiosos, manifestações artísticas de várias naturezas, conhecimentos e habilidades técnicas de diversos tipos, instituições políticas, organizações militares etc.), já no que se refere à filosofia nos encontramos diante de um fenômeno tão novo que não apenas não tem uma correspondência precisa junto a esses povos, mas também não há tampouco nada que lhe seja estreita e especificamente análogo (REALE; ANTISERI, 1990, p. 11).

A Filosofia é parte integrante do programa doutoral, entretanto, pouco se sabe de sua importância histórica e força epistemológica, o que gera dúvidas. Todavia, qual a função ou papel da filosofia no período actual, e como distingui-la da ciência são perguntas frequentes. Filosofia, já foi “amor à filosofia” (Pitágoras, século V. a.C.), “conjunto do saber” (Aristóteles, século IV a.C.), hoje é uma “reflexão geral sobre todas as coisas”, o que inclui a ciência, seus resultados e procedimentos (epistemologia). Bertrand Russell afirmou que o conhecimento filosófico “é algo intermediário entre a ciência e a teologia” (RUSSELL, s/d., p. 1), resultado da fragmentação das ciências na Idade Moderna e Contemporânea do *corpus* doutrinário da Filosofia. Antes da separação da ciência a filosofia criava conhecimento *subjectivo* (ideal), mas também o conhecimento *objectivo*, factual, exacto, observável e mensurável: metafísica, lógica, ética, ontologia, física, astronomia, meteorologia, matemática. Para melhor compreensão da ciência é fundamental, senão imprescindível, antes, saber que a *História da Ciência é coincidente com a da História da Filosofia*: porque ambas têm como nascedouro a Grécia

³ *Philosophia*, nome atribuído ao filósofo e matemático grego Pitágoras (571/570-496 a.C.), literalmente significa “amor à sabedoria”. Do ponto de vista do conhecimento (gnosiológico) e do método: “busca *amorosa* pelo saber”, o que não significa a “sua *posse*” – “capacidade de possuir *integralmente* o saber”, ou de sua “conquista definitiva”, virtude unicamente encontrada nos deuses, conforme rezava a tradição grega de Homero, Hesíodo e adiante, menos os sofistas, que se auto-intitulavam sábios (*sophós*, *sapitus*), um dos motivos das críticas dos filósofos humanistas, a exemplo dos filósofos Sócrates, Platão, Aristóteles.

⁴ Pelo latim e grego *scientia* e *epistême* – “caminho pela experiência”. Literalmente, saber, conhecimento por excelência; conjunto de conhecimentos ou de saber adquirido. “Soma dos conhecimentos humanos”, contrário da *doxa*, opinião, saber do senso comum. O conceito originou-se no conceito de *Theoría* (“teoria das ideias”) de Platão, e *Epistême*, saber significativo ou “válido”, de seu discípulo Aristóteles.

Antiga, e que “a ciência se originou da filosofia”, e não vice-versa⁵, o que faz da Filosofia uma *Scientia* especial, “início, meio e fim de todo o conhecimento” produzido.

Os leigos devem compreender que a Filosofia não é uma ciência como as demais, **é a ciência por excelência**, que a todas as outras tem por vergôntes e esgalhamentos seus, a si sujeitas, e submissas, por estas ou aquelas razões, que escapam a muitos.

Não é uma profissão a Filosofia, uma atividade, mas uma atitude da Inteligência ante o Universo: – uma inquietude que somente se aninha em certas almas, uma visão telescópica de ignoradas nebulosas, não só pertinente como também necessária aos cultores da Ciência à qual ela a um só tempo, e historicamente, deu à luz, criou, educou, e formou para depois nela apoiar-se com a dignidade da **Mater Scientiarum**.⁶ Os que não contraíram incurável miopia – “pelo fato de saberem cada vez mais de cada vez menos” insulados e segregados na contemplação das suas miudezas e pormenores de restritíssima especialidade, sabem-no (VELLOSO, 1968, 44-45 pp.).

Independentemente de a Filosofia pertencer à linha de pesquisa do programa doutoral da FCT-UNL, desenvolver a atitude crítica é oportuno e necessário, pois somente assim é possível haver uma verdadeira autonomia. Se o objectivo geral da pesquisa doutoral é “pesquisar criticamente questões pertinentes à História da Electrificação”, nada mais acertado é fazê-lo de modo intencional e reflexivamente; em outras palavras, *críticamente*. Na história da ciência existem muitas omissões, erros, enganos, tergiversações, injustiças e inverdades históricas. Na história da electricidade, por exemplo, é comum encontrar registado que determinado pesquisador descobriu, inventou, desenvolveu ou construiu isto ou aquilo, sozinho e ineditamente, o que nem sempre é a leitura mais exacta. Ao se afastar da pura descrição histórica factual e da superficialidade dos compêndios – através da atitude crítico-filosófica – não raramente se descobre outras versões ou releituras históricas. Em razão disto, uma premente pergunta faz-se necessário em nossos dias, de superficialidade, simplificação e massificação das coisas, que transformam a cultura, o conhecimento, a educação e o saber em meras mercadorias ou produtos de mercado: Qual a necessidade da história ou do exame racional (filosófico) no mundo da ciência (epistemologia) nos tumultuados dias de hoje?

⁵ A electricidade é, portanto, uma “ciência *original*”, pois suas raízes demandam aos primórdios da Grécia, com Tales de Mileto, o “criador da *Ciência* ou da *Filosofia*”. Esta realidade confere à electricidade o carácter de ciência, saber, prática ou técnica mais antiga criada pelo homem, reforçando vez mais sua importância epistemológica e os cuidados éticos.

⁶ Os destaques em negrito são autor, observação válida para outros casos quando não há outra observação.

Por outro lado, se se considerar a racionalidade como critério do pensamento humano e o principal propósito da ciência descobrir coisas *novas*, centrada essencialmente no presente e com previsibilidade no futuro, que interesse tem a história e a reconstrução lógica dos acontecimentos e das ideias e explicações (teorias) do passado? Os livros de textos científicos, fonte de formação dos cientistas, mutilam a história da ciência e até a imagem de uma determinada área da ciência; apresentam o registo do conhecimento de modo objectivo e acumulativo, raramente evidenciam as controvérsias, confinam-se ao contexto de explicação e de aplicação e legitimam a crença que o cientista é um *master builder*, sempre com sucesso, seguindo um processo linear de assentar as suas ideias sobre a dos gigantes do passado, permitindo-lhe ver mais além do que os seus predecessores. Esses mesmos livros de texto têm por objectivo explicar factos, proclamando sempre as “verdades científicas” de modo a impedir que se gerem dúvidas e inquietações, que são precisamente os entrelaços fecundos e necessários ao progresso científico, e que asseguram a verdadeira paixão pelo conhecimento. Associado a isto temos ainda a visão do *knowing teacher* que, segundo Mortimer Adler no seu artigo “The Professor or the Dialogue”, ajusta o aluno a uma assimilação e a uma proficiência em memória verbal, ao que designa *learning by instruction* (SANTOS.1, s/d., p. 3).

As discussões relevantes levantadas na citação interessam directamente à pesquisa doutoral, porque elas estão presentes em muitos momentos da historiografia da electricidade, recheados de polémicas, algumas famosas, outras praticamente desconhecidas ou abafadas, tais como: invenções da garrafa de Leyden (Musschenbronbroek verso von Kleist), da lâmpada eléctrica (Edison verso Humptry Davy, Hiram Maxim, Joseph Swan, Tesla), do rádio (Marconi verso Landell, Fessenden e Tesla), na teoria da origem eléctrica das tempestades (Franklin verso Nollet). Caso muito peculiar aconteceu com a “lei de Ohm”. Mencionar a lei de Ohm como uma exclusividade de Georg Simon Ohm não muda epistemologicamente a questão, porém incorre-se num equívoco historiográfico, pois, alguns anos antes do alemão, o inglês Henry Cavendish chegara às mesmas conclusões de Ohm, embora sem o rigor matemático. No ano de 1827, Ohm

conseguiu formular um enunciado que envolvia, além dessas grandezas, a diferença de potencial: “A intensidade da corrente eléctrica que percorre um condutor é directamente proporcional à diferença de potencial e inversamente proporcional resistência do circuito”. Tal enunciado é hoje conhecido como lei de Ohm. Tais relações haviam também sido apontadas, meio século antes, pelo inglês Cavendish, que, no entanto, não as divulgou (FERRACINI.2, 1996, p. 18).

Da mesma forma que o interesse e a relevância epistemológica, ética e pedagógica que a escolha do tema e do objecto suscitam, há também a destacar o diálogo promovido pelo programa doutoral entre as ciências experimentais e as ciências sociais. O principal destaque do intercâmbio gnosiológico (conhecimento) e epistemológica (análise crítica do conhecimento científico) diz respeito à história e a

filosofia, saberes norteadores da pesquisa doutoral. Estamos a nos referir evidentemente à *reflexão*⁷ e *análise crítica*. A união ou interação da filosofia com a história, por intermédio da Filosofia da Ciência e da História da Ciência ou qualquer outro saber historicamente determinado, pode ser benéfico, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de uma visão crítica em geral e, principalmente, do investigador.

Reforçado pelo programa doutoral e pela formação filosófica do investigador (bacharelado, licenciatura e especialização), a Filosofia teve grande destaque no texto doutoral, seja pela interlocução com outros saberes, ciências e disciplinas, ou pela importância que merece a análise, reflexão e discussão crítica. O destaque à racionalidade surge na Grécia antiga (jônica) com os filósofos gregos. Para eles e toda a tradição filosófica, a razão (*Logos*, *Ratio*) era o que havia de mais alto no Homem, “sinónimo de inteligência” (do latim, “*intus legere*”, ler, ver, dentro) para a filosofia antiga e medieval. O pensar racional constituía-se na *essentia* ou a *substância* humana por excelência, o que levou Sócrates (século VI a.C.) a dizer que “uma vida sem reflexão não vale a pena ser vivida”. A tradição filosófica que demanda Heráclito de Éfeso acreditava que o *Kósmos* era ordenado, isto é, que havia uma racionalidade transcendente ou imanente em todas as coisas.

Na cultura da chamada sociedade ocidental, a palavra *razão* origina-se de duas fontes: a palavra latina *ratio* e a palavra grega *logos* [...] vem do verbo *legein*, que quer dizer: contar, reunir, juntar, medir, juntar, separar, calcular. *Ratio* vem do verbo *reor*, que quer dizer: contar, reunir, medir, juntar e calcular.

Que fazemos quando medimos, juntamos, separamos, contamos e calculamos? Pensamos de modo ordenado. Usamos palavras [mesmo quando usamos números estamos usando palavras, sobretudo os gregos e os romanos, que usavam letras para indicar números].

Por isso, *logos*, *ratio* ou **razão** significam pensar e falar ordenadamente, com medida e proporção, com clareza e de modo compreensível para todos. [...] A razão é uma maneira de organizar a realidade pela qual esta se torna compreensível. É, também, a confiança de que podemos ordenar e organizar as coisas porque são organizáveis, ordenáveis, compreensíveis, nelas mesmas e por elas mesmas, isto é, as próprias coisas são racionais (CHAUI, 1997, p. 59).

Em nosso entendimento, a Filosofia não deve ser destacada por sua metafísica/ontologia, ética, lógica, estética, mesmo teoria do conhecimento, mas por sua milenar metodologia, que criou o mundo da “reflexão crítica” no Ocidente, este é o principal contributo da filosofia para a cultura universal. “Filosofar” é igual a pensar criticamente⁸, isto é, *passar em exame* os actos, as atitudes, o comportamento, as ciências, o conhecimento, as artes, as práticas sociais, políticas e éticas, as instituições, os modelos económicos, os sistemas políticos, enfim, todas as criações teóricas e práticas

⁷ Pelo latim *reflectere*, “acto ou efeito de reflectir-se”. Volta do espírito ou da consciência sobre si mesmo. Acção de voltar-se ou virar-se para trás; ir e vir; o que se aplica perfeitamente ao movimento do pensamento crítico, de “ir e vir continuamente em si mesmo”, sempre em busca de *verdades* ou de *certezas*.

⁸ Filosoficamente, “reflectir”, “analisar”, só terá sentido se for criticamente, dialecticamente.

humanas. Assim, chamar a atenção dos jovens e da comunidade acadêmica em geral e da discente em particular para a importância do “olhar crítico” (essência do “filosofar”), deve ser a meta do educador, filósofo ou não, em todos os níveis educacionais, especialmente nos cursos superiores.

Entretanto, é preciso destacar que a natureza reflexiva e a atitude crítica, não são elementos privativos da filosofia, tampouco dos filósofos formados em academias filosóficas, isto porque a actividade racional pensante é uma característica inata do género humano e não dessa ou daquela formação profissional, saber ou ciência. “Filósofo” é todo aquele que “pensa criticamente”: que interroga, reflecte, indaga, investiga causas, procura pelos fundamentos e fins, contesta, duvida, afastando-se do erro e do dogmatismo; enfim, que mantém livre a capacidade de pensar sem barreiras outras que não seja o “saber tão somente pelo saber”, “o saber desinteressado”, aquele que se preocupa apenas com a *Sophia*, a Sabedoria.

De igual maneira que a História, a Filosofia e a Ciência, a pesquisa doutoral põs em relevo a Educação, e defende a ideia de que ela foi o grande diferencial do processo evolutivo humano em relação aos outros animais, ditos irracionais. Há milhares de anos, a educação é responsável pela produção e transmissão do conhecimento da cultura elaborada. Psicologicamente é difícil, senão impossível, separar o processo de cognição do acto pedagógico, ou seja, da aprendizagem. Isto porque, em nosso entendimento, o saber apreendido faz-se através de um processo de ensino aprendizagem, e que toda cultura seria impossível se não fosse possível transmiti-la às gerações futuras. Entretanto, a educação tem sido tomada, principalmente com o capitalismo, como um *meio* e não como um *fim*, como acontece na prevalência do *ter* sobre o *ser*, na crítica ontológica da sociedade contemporânea de Erich Fromm⁹. Estuda-se, enfim, para passar nos exames escolares, para aumento de salário, para obter certificados, melhoria económica ou ascensão social; para ser sacerdote, médico, advogado, químico, físico, professor, filósofo, pedagogo, historiador, economista, biólogo, engenheiro, para passar em concursos e inserção no mercado de trabalho, enfim, para atingir determinado fim, e não a sabedoria, a essência milenar da proposta filosófica.

Com exposto acima, o objecto da pesquisa doutoral, bem como a temática, é inédito e investiga o *processo de implantação da energia eléctrica no estado de Minas Gerais, períodos iniciais, até à Primeira Guerra Mundial*. A implantação da energia eléctrica no Brasil seguiu a tendência mundial, a incluir, por exemplo, Portugal.

A energia eléctrica surgiu no Brasil, em 1880, simultaneamente ao início de seu uso comercial no estrangeiro. [...] O início da utilização da energia eléctrica no Brasil foi limitado a alguns serviços públicos e a atividade fabril. Ao final de 1890, existiam apenas algumas empresas de energia eléctrica que faziam a prestação de serviços públicos locais e empresas de energia para determinados fins fabris, que eram locais e independentes, o que demonstra a inexistência de qualquer campo organizacional (GOMES; VIEIRA, 2009, p. 6).

⁹ FROMM, Erich, *Do ter ao ser*. Caminhos e descaminhos do Autoconhecimento, tradução de Lúcia Helena Siqueira Barbosa, São Paulo, Brasil, Editora Manole, 1992. Obras Póstumas, vol. I.

O problema de pesquisa doutoral está assentado rigorosamente dentro do Programa de Doutorado em *História, Filosofia e Património da Ciência e da Tecnologia – Ênfase em Ciências Sociais – da Universidade Nova de Lisboa*. Surgiu do interesse epistemológico do doutorando em investigar a *Electrificação em Minas Gerais*. Entre os programas doutorais pesquisados, o da FCT-UNL foi o que mais se adequou aos propósitos colimados, pela especificidade do tema e do programa, quadro docente, tradição e experiência acumulada pela Faculdade e a Universidade. Há que se considerar ainda a rara possibilidade que se abria à aquisição e renovação de conhecimentos, sobre a temática e o objecto, da mesma forma que o problema, além da singular possibilidade de permuta de experiências, profissional e institucional.

Os instrumentos de pesquisa da temática e do objecto foram bibliográficos e documentais, realizados através de livros, jornais, periódicos, documentos, pesquisa *webgráfica*, análise de vídeos, filmes e documentários. Em razão dos elementos não terem natureza objectiva ou empírica, mas subjectiva, a investigação enquadrou-se dentro da “abordagem de significados”.

A tese doutoral destaca a importância da Filosofia, da ciência e da educação ou pedagogia, e afirma que não são coisas separadas. Filosofia, ciência, educação/pedagogia são realidades culturais dinâmicas associadas e interligadas. Ao se referir à Filosofia há que se começar pela etimologia, formada pelos vocábulos *Philos* (amor, amizade) e *Sophia* (sabedoria, *gnose*, *sapientia*), nome cunhado pelo filósofo e matemático pré-socrático Pitágoras (570-495). Desta forma, conhecimento (*cognoscere*), *epistème* (*ἐπιστήμη*) e *educare* não são *entes* ou objetos separados como ocorre no modelo científico moderno, mas um *ser* a se integrar, como o programa doutoral da FCT-UNL intenta fazer. Neste sentido, “acreditamos”¹⁰ que o professor precisa do “re-ligare”, um “religar”, um “ligar de novo”, procedimento capaz de unir, conectando novamente ciência e pedagogia; no sentido de ampliar sua *visage* rumo a uma compreensão mais ampliada do real, conforme a proposta da Filosofia, como nos tempos do “saber enciclopédico” de Aristóteles, ou da ciência de Newton, em que todos os conhecimentos pertenciam à Filosofia, e que o melhor instrumento para isto é a História. Mas não uma história meramente descritiva, tradicional, factual, atrelada às velhas estruturas formais da historiografia tradicional, centralizada nos factos, na política e na narração de acontecimentos puramente elitistas, mas crítica, dentro dos parâmetros da Nova História.

¹⁰Lembremos que a docência não é somente razão, reflexão, lógica, operações lógico-matemáticas, ou pura *empeiria*, mas também *sonho*, crença, desejo.

A nova história é a história escrita como uma reação deliberada contra o “paradigma” tradicional, aquele termo útil, embora impreciso, posto em circulação pelo historiador de ciência americano Thomas Kuhn. [...] Poderíamos também chamar este paradigma de a visão do senso comum da história, não para enaltecê-lo, mas para assinalar que ele tem sido com frequência — com muita frequência — considerado a maneira de se fazer história, ao invés de ser percebido como uma dentre várias abordagens possíveis do passado. [...] De acordo com o paradigma tradicional, a história diz respeito essencialmente à política. Na ousada frase vitoriana de Sir John Seeley, Catedrático de História em Cambridge, “História é a política passada: política é a história presente”. A política foi admitida para ser essencialmente relacionada ao Estado; em outras palavras, era mais nacional e internacional, do que regional. [...] Embora outros tipos de história — a história da arte, por exemplo, ou a história da ciência — não fossem totalmente excluídos pelo paradigma tradicional, eram marginalizados no sentido de serem considerados periféricos aos interesses dos “verdadeiros” historiadores (BURKE, 1992, 10-11 pp.).

Filosoficamente, é preciso também considerar que amar e trabalhar a ciência, com ética e responsabilidade, para si e para outrem, faz parte do projecto pedagógico e da “acção política” a ser alcançada por todo educador consciente e responsável. Paulo Freire, o grande educador brasileiro da contemporaneidade, não disse que “a educação é um acto político”? O estudo das ciências, posto nestes termos, é um desafio permanente dos docentes actuais, sobretudo do professor universitário. O pesquisador que se encanta intencionalmente pela ciência acaba por “maravilhar-se” (*thauma*) – ponto de entrada do conhecimento, como escreveram Platão e Aristóteles, pelo saber. Esse encantamento pelo *sophós* (saber), *sapere* (o “sabor” produzido pelo saber), filho dileto e inseparável da norma culta ou conhecimento significativo, é o ponto inicial do conhecimento filosófico, por extensão, do científico. Deste encantamento do mundo partilharam filósofos e cientistas: Tales, Anaximandro, Anaxímenes, Anaxágoras, Empédocles, Heráclito, Demócrito, Newton, Lavoisier, Faraday, William Thomson, Joseph John Thomson (1856-1940), Fleming, Einstein, Heisenberg, Pauling, e alguns notáveis mestres, como os Professores Doutores Isidor Isaac Rabi¹¹ e António Nunes dos Santos.

¹¹ Isior Isaac Rabi, prémio Nobel da Física de 1944, “pelo método de registo de propriedades de ressonância magnética existente nos núcleos atómicos”.

A ciência é uma aventura de toda a raça humana para aprender a viver e talvez a amar o universo onde se encontra. Ser uma parte dele é compreender, é conhecer-se a si próprio, é começar a sentir que existe dentro do homem uma capacidade muito superior que ele pensava ter e uma quantidade infinita de possibilidades humanas.

Proponho que a ciência seja ensinada a qualquer nível, do mais baixo ao mais alto, de um modo humanístico. Deve ser ensinada com uma compreensão histórica, com um entendimento filosófico, com um entendimento social e humano, no sentido da biografia, da natureza das pessoas que fizeram a sua construção, dos triunfos, das tentativas e DAS TRIBULAÇÕES (RABI, in: HOLTON; RUTHERFORD; WATSON, 1985, p. 77, unid. 4).

A pesquisa doutoral põs em relevo a *necessidade da reflexão* ou do *pensar crítico sobre toda a realidade* (papel da filosofia), seja ela do conhecimento, institucional, científico, ético-moral, educacional, etc. Um bom motivo de reflexão crítica, ou questionadora, é saber que uma descoberta, um trabalho científico, mesmo uma invenção, nunca serão realidades isoladas e independentes, não importa o tempo, mas interligadas, a pessoas, lugares, a outras descobertas e pesquisas realizadas, e ao contexto histórico. A pesquisa quer salientar também que “a missão crítica” na cultura ocidental pertence à Filosofia, o que reforça a importância no processo doutoral da Universidade Nova de Lisboa. Outra função importante, do ponto de vista ontológico, psicológico e político, que cabe a filosofia ajudar no processo de construção de homens, mulheres e de uma sociedade verdadeiramente livre e independente, tanto no sentido intelectual quanto material.

Porém, a experiência tem demonstrado a ausência da academia na construção de uma sociedade crítica, livre e independente. Encastelada aos velhos pressupostos e objetos teóricos, às vezes sentimos a necessidade de maior presença da Filosofia na discussão de questões importantes da vida nacional – caso das novas tecnologias, da educação da política. Mas não basta o esforço dos filósofos educacionais; é preciso também o apoio da Filosofia geral, do ensino básico, fundamental, médio e superior na construção de uma sociedade mais justa e verdadeiramente democrática, pois somente assim a Educação terá cumprido sua nobre função (SOUZA, 2010, 90, 91 pp.).

A temática configurada na Electricidade remete-se à adolescência e ao início da juventude do pesquisador. Naquele momento da vida onde o sonho e o conflito contrapõem-se à realidade, a Electricidade e a Electrónica eram temas muito fortes e presentes. Esta tendência, porém, não se confirmou no futuro, porque as orientações, desejos e necessidades já eram outras, como sói acontecer ao ser humano, ser *indeterminado* e *incondicionado*, porém, capaz de “fazer escolhas”, enquanto ser de razão, vontade e liberdade. De qualquer modo, o interesse pela electricidade sempre foi uma constante na vida do doutorando, o que torna o trabalho de investigação também um acto prazeroso, um “investimento *psicoafectivo*”, como diz a escola psicanalítica de Sigmund Freud. Ainda com a psicanalise, é preciso harmonizar *labor* e *desejo*, o *princípio do prazer* (as *pulsões*, o *id*, o lado primitivo

e inconsciente da humanidade) ao *princípio de realidade*, o lado da cultura, da razão (da consciência para a psicologia da existência), da personalidade.

A pesquisa doutoral compõe-se de uma parte *teórica* e outra *prática*. Na primeira, reservada às questões temáticas, temos a *História da Electricidade*, analisada de forma sintética, sem a preocupação de aprofundar a questão, pela complexidade e amplitude do tema, o que poderá ser realizado *a posteriori*. Procurou-se demonstrar a importância da electricidade e estimular o estudo de sua longa, rica, proveitosa e curiosa história, da mais alta significância à natureza (*physis*), à ciência (*epistème*) e à tecnologia (*technología*). A segunda parte da pesquisa doutoral, de ordem prática, contempla a pesquisa de campo voltado à electrificação do Estado de Minas Gerais, Brasil, fases iniciais, ou seja, “dos primórdios à Primeira Guerra Mundial”.

De acordo com o programa doutoral da FCT-UNL, o texto procurou promover o diálogo entre as ciências experimentais e as ciências sociais, particularmente da história com a filosofia. Esta peculiaridade propicia a interlocução entre variados sectores do saber humano, material ou espiritual, ao mesmo tempo em que transporta junto a si um instrumento indispensável que a filosofia sempre disponibilizou à cultura, ciência, sociedade, arte, etc. Estamos a nos referir, evidentemente, da *reflexão*¹² e da *análise crítica*. Neste particular, vale a pena ressaltar que a interação pela Filosofia com a História, mediada da Filosofia da Ciência, voltada à História da Ciência ou a qualquer outro saber historicamente determinado pode ser benéfica em variados aspectos.

A História da Ciência e a Filosofia da Ciência ajuda[m] a criar pontes nesse diálogo, a desenvolver o espírito crítico do investigador, a clarificar as ideias do pedagogo, a romper a visão fragmentada das áreas científicas em favor de uma abordagem inter e multidisciplinar, entrar nos Laboratórios e estudar o “trabalho” científico, a seguir controvérsias e a derrubar consensos, dando primazia à arena da memória científica de que todos somos herdeiros, em que as perspectivas intelectuais e cognitivas se encontram inseridas num contexto económico, social, político e ético do progresso das sociedades (SANTOS.1, s/d., p. 1).

Um dos pontos explorados no texto doutoral, no que tange à história da electricidade, é o “desinteresse académico” – em especial o universitário – que acompanhou a electricidade por séculos a fio. O reconhecimento foi tardio, muito depois da “ciência tradicional”, greco-romana e medieval, ou seja, da “Scientia Philosophica”: saber antigo e medieval, configurado “fora” do método científico (*experimental*) iniciado no renascimento e consumado na filosofia moderna, com a ajuda do racionalismo e do empirismo (Descartes, Espinosa, Leibniz, Locke, Malebranche e Hume) filosófico, correntes filosóficas que fundamentaram teoricamente a nova ciência nascente. Na perspectiva moderna, a ciência não era mais especulativa, como na Grécia e Roma, mas experimental, pois tinha fins práticos e não teóricos, pelo interesse do homem moderno em explorar e dominar a natureza sob os auspícios da nova classe social emergente, a burguesia comercial. Isto quer dizer que a electricidade caminhou sozinha e

¹² Pelo latim *reflectere*, “acto ou efeito de reflectir-se”. Volta do espírito ou da consciência sobre si mesmo. Acção de voltar-se ou virar-se para trás; ir e vir; o que se aplica ao movimento do pensamento crítico, de “ir e vir continuamente em si mesmo”, sempre em busca de *verdades* ou de *certezas*.

marginal, na antiguidade, período medieval e quase toda a modernidade, sem o merecido apoio e apreço dos sábios, e de instituições, caso das universidades.

O último capítulo da dissertação doutoral expõe o pensamento de dois eminentes escritores portugueses sobre a técnica moderna. O primeiro escritor viveu o período da expansão da ciência, da técnica e da tecnologia moderna, sob a regência da química e da electricidade. O segundo escritor marcou presença na Terra quando a ciência e a tecnologia, no caso a electricidade e as máquinas, eram realidades bem estabelecidas e dominantes, no conhecimento e na aplicação pública. Esta parte, dedicada à “reflexão e análise estético-metafísica da ciência e da tecnologia”, apesar do tempo que separa estes dois portentosos escritores portugueses seja apenas de quinze anos, apresentou-se outros enfoques e horizontes epistemológicos, consumou-se pela exposição de ideias extraídas das obras dos autores sobre a ciência e a técnica moderna. Os dois escritores lusitanos foram escolhidos para apresentar uma versão fora do campo e do método das ciências, principalmente das empíricas, cujas visões centralizavam-se na orbita *subjectiva*, da subjectividade da estética e não da *epistème*, ou da objectividade.

No capítulo derradeiro encontra-se uma análise e reflexão filosófica sobre a importância e a utilidade da Electricidade, enquanto objecto da natureza (fenómenos naturais), e na ciência, produto do trabalho e inventividade humana.

CAPÍTULO II – “FORMAÇÃO INTEGRAL” OU “PROFISSIONALIZAÇÃO”: REFLEXOS DA ESCOLA NOVA NO ENSINO SUPERIOR

Dentro da perspectiva prática, Educação é uma instituição inerente e indispensável à comunidade e à sociedade, e não é possível entendê-la fora deste contexto. Nos primórdios da civilização humana, o trabalho e os *bens* produzidos eram coletivizados, distribuídos, portanto, democraticamente com todos os membros da comunidade, e um dos bens mais preciosos compartilhados nas comunidades arcaicas era a educação. Porém, quando o homem abandona a *communitas* (estado de comunidades que vivem em estado de plena comunhão entre si¹³) e cria a propriedade privada, emerge-se a *divisão social de classes*, o poder, a hierarquia e a política. O principal agente de mudança foi a agricultura, ao gerar um *excedente da produção*, trouxe consigo a riqueza, o poder (política) e a hierarquia social. Da tribo nascem as primeiras comunidades primitivas, dessas as sociedades mais complexas, estados e impérios. Daí em diante, a ordem social e a hierarquia política modificam-se consideravelmente e o que era *bem comum* transforma-se em privilégio de poucos, daqueles que detinham o poder, a elite, o que dará início à dominação, exploração, individual, instituindo o exercício da divisão social de classes. A educação, anteriormente preocupada em produzir conhecimento, do *saber em si*, a *Cultura*, aos todos os membros da sociedade, adquire também fins políticos, ou seja, de controle e poder, de criar e marcar diferenças sociais entre o grupo. A distribuição dos bens produzidos na comunidade, antes públicos (sociais, coletivos), tornam-se desiguais, isto é, privados, privilégio de poucos, a incluir o saber e a educação.

Mesmo em algumas sociedades primitivas, quando o *trabalho* que produz os *bens* e quando o *poder* que reproduz a *ordem* é dividido e começa a gerar hierarquias sociais, também o *saber* comum da tribo se divide, começa a se distribuir desigualmente e pode passar a servir ao uso político de reforçar a *diferença*, no lugar de um saber anterior, que afirmava a *comunidade* (BRANDÃO, 2004, p. 26).

A Educação sempre esteve associada à razão, embora disto pouco se perceba. Expliquemos melhor. Se a educação é uma das maiores conquistas dos homens, desde os primeiros momentos no orbe terrestre, a Pedagogia é uma ciência por excelência, mãe da cultura e construtora da sociedade ocidental, tendo como missão a transmissão da cultura elaborada. Esta constatação deixa claro que não há como falar em sociedade sem educação. Educação foi e continua ainda a ser uma arma muito poderosa para superar os obstáculos postos ao ser humano pela ausência de dons ou pendoros físicos dos animais. O produto da educação é o conhecimento, instrumento tão prodigioso que tornou o animal humano o ser mais poderoso da Terra, no Brasil, na Suíça, na Argentina, América do Norte, Alemanha, em Portugal, na Índia, no Afeganistão ou no Paquistão. “Não há melhor arma do que o conhecimento, e não há melhor fonte de conhecimento do que a palavra escrita”¹⁴. Porém, o que se quer reforçar é que não há como produzir ou transmitir conhecimento sem um processo pedagógico-educacional,

¹³ Tribos indígenas brasileiras, da Nova Guiné, ilhas polinésias, da Nova Zelândia, tribos africanas, ainda se encontram dentro dos padrões ditos primitivos, melhor, arcaicos, vivendo na ausência de um poder político, formado por um chefe, governo central, divisão social de classes ou do trabalho, hierarquias sociais e classes dominantes, em que os bens, o trabalho, a educação são igualmente distribuídos.

¹⁴ Malala Yousafzai, Prêmio Nobel da Paz de 2014.

dentro (educação escolar) ou fora da sala de aula (educação familiar, comunitária, tribal, etc.). Se razão e inteligência são processos subjectivos, a educação é também projecto e acção social objectiva, pois que se projecta também fora do indivíduo, no campo social, no mundo da prática, do trabalho ou no vasto campo das ciências empíricas ou humanas.

A tarefa da educação é a de trabalhar junto com a inteligência para que o homem venha a superar os problemas principalmente aqueles advindos de suas limitações, fraquezas ou contingências, ou seja, a da “condição humana”: carácter de não ser permanente, mas instável, provisório e incompleto, porém, livre bastante dos determinismos naturais instintivos, ao contrário de outros seres vivos controlados directamente pela natureza. Não ter uma “natureza humana”, que corresponde o mesmo que identificar uma “universalidade humana”, mas uma “condição humana”, são ideias anotadas na *Filosofia da Existência* ou *Existencialista* de Sartre, mas que não devem ser tomadas no sentido absoluto pela variedade de ideias dos autores:

se bem que seja impossível encontrar em cada homem uma essência universal que seria a natureza humana, consideramos que exista uma universalidade humana de *condição*. Não é por acaso que os pensadores contemporâneos falam mais freqüentemente da condição do homem do que de sua natureza. Por condição eles entendem, mais ou menos claramente, o conjunto dos *limites a priori* que esboçam a sua situação fundamental no universo. [...] Neste sentido, podemos dizer que há uma universalidade do homem: porém, ela é permanentemente construída. Construo o universal, escolhendo-me; construo-o entendendo o projeto de qualquer outro homem, de qualquer outra época que seja. [...] O que o existencialismo faz questão de mostrar é a ligação entre o carácter absoluto do engajamento livre – pelo qual cada homem se realiza, realizando um tipo de humanidade – engajamento sempre compreensível em qualquer época e por qualquer pessoa, e a relatividade do conjunto cultural que pode resultar dessa escolha (SARTRE, 1987, 16-17 pp.).

O grande destaque do existencialismo é a ideia de que “a existência precede a essência”. A primeira formulação existencialista nasceu no século XIX com o filósofo e teólogo dinamarquês Søren Kierkegaard, pensamento ampliado no século XX por Gabriel Marcel com o lançamento do *Journal métaphysique*, Karl Jaspers com a *Psychologie der Weltanschauungen*¹⁵. Martin Heidegger com o *Sein und Zeit*, de 1919, e Jean-Paul Sartre com o lançamento de seu famoso livro *L'Être et le Néant*¹⁶ (*Essai d'ontologie phénoménologique*), em 1943. Sartre pintou com cores fortes e próprias o existencialismo, construindo uma ontologia e psicologia existencialista substancial. Porém, sua obra não é de fácil entendimento. Para ele, não há uma *essência humana*: uma ideia, alma, espírito, em outras palavras, uma ligação transcendente além da *imanência* (aquilo que está dentro, junto) humana. A tomada de consciência de si e da relação com o mundo marca o nascimento de cada homem e mulher no mundo,

¹⁵ Em 1932 é publicado a *Philosophie* de Karl Jaspers. O existencialismo desenvolveu-se rapidamente na Alemanha, mas tardou de aparecer na França, Itália e outros países latinos.

¹⁶ Os filósofos existencialistas desenvolveram ideias e trilham caminhos próprios e diferenciados, contudo, sem perda do vínculo comum do pensamento. É uma filosofia que ganhou destaque mundial com o lançamento do livro *L'Être et le Néant* de Sartre, e não há como destacar este ou aquele como modelo universal e exemplar da filosofia da existência.

que se realizam por obra da *liberdade*, que os torna capazes de mudar situações, contextos, fazer e desfazer projectos, realidades e a história. O homem é o construtor do seu destino, que não se dá por uma acção determinística de um plano natural, mas por um acto livre e espontâneo de escolha individual, o que Sartre denominou de *projecto existencial*, em constante transformação.

Inversamente, os seres irracionais, minerais, vegetais, animais ou protistas, mantiveram intacto o vínculo de contacto e harmonização com a natureza, que os investiu de soluções práticas, negando tais atribuições ao *Ánthropos*. A ligação permanente dos seres inumanos com o mundo dos fenómenos (*phainómenon*) visíveis ou materiais é exercida através dos *instintos*. Esta força os protege do frio e do calor, defende-os dos predadores, com os pelos e a força bruta das garras, astúcia, velocidade, ferrões, dentes, chifres e presas gigantes, mas também com odores insuportáveis, como acontece com os ursos, tigres, leões e lobos, rinocerontes, búfalos, elefantes, vespas e gambás. A natureza forneceu às aves de rapina, a exemplo da águia, do falcão e do condor, uma visão diferenciada capaz de cobrir minhas de distâncias, mas também a visão noturna dos felinos e demais animais noctívagos; a velocidade dos antílopes, veados, chita, agulhão-vela, gazela, a astúcia da raposa, o sonar dos golfinhos, baleias e orcas, e o voo das aves. Outros foram blindados por armadura natural, como o tatu, a tartaruga e o pangolim. Numa comparação simbólica com os cérebros electrónicos, o instinto é uma espécie de memória rígida de computador (*hardware*) que controla e acode às necessidades da “máquina viva”, controlada pelos genes. A natureza rígida, fixa ou determinada, não permite intervenção ou mudança, o que não ocorre com o ser humano, que desenvolveu a inteligência para preencher dessa lacuna. A inteligência libertou o homem, deu-lhe independência, criou o trabalho, que permitiu controlar a natureza, e a educação que o dotou da capacidade de transmitir o conhecimento acumulado, bem como de “auto-programar-se”, funções pertinentes ao *software*, nunca ao *hardware*. Pensamentos e ideias, processadas pelo cérebro humano, correspondem como o ocorrido nos processadores ou HD dos computadores modernos. O conluio da inteligência com a educação tornou a natureza mais maleável e libertou a humanidade do tãco do determinismo atávico, a ponto de interferir na “programação natural”, a “memória rígida vegetal e animal”, o que levou Freud a deduzir que o homem tem *pulsões*, isto é, “impulsos instintivos”. Segundo o pai da psicanálise, o instinto não controla cegamente o homem, como nos animais, mas parcialmente. A inteligência ocasionou problemas psíquicos à mente humana, trazendo-lhe a neurose e a psicose, mas trouxe também inúmeras vantagens não partilhadas pelos irrazoáveis, o que colocou o *Homo sapiens* no mais alto patamar da evolução. Um grande desafio da ciência moderna é explicar, racional e experimentalmente, como a inteligência humana surgiu e evolui radicalmente acima do restante dos animais. A mitologia grega, no “Mito de Prometeu e Epimeteu”, elaborou simbolicamente uma “explicação”, fantástica e sagrada, do porque os animais terem dons diversos, enquanto que os homens dependem unicamente do “fogo sagrado”, interpretado como técnica, ciência ou inteligência.

Prometeu era um dos titãs, uma raça gigantesca, que habitou a terra antes do homem. Ele e seu irmão Epimeteu foram incumbidos de fazer o homem e assegurar-lhe, e aos outros animais, todas as faculdades necessárias à sua preservação. Epimeteu encarregou-se da obra e Prometeu de examiná-la, depois de pronta. Assim, Epimeteu tratou de atribuir a cada animal seus dons variados, de coragem, força, rapidez, sagacidade; asas a um, garras a outro, uma carapaça protegendo um terceiro, etc. Quando, porém, chegou a vez do homem, que tinha de ser superior a todos os outros animais, Epimeteu gastara seus recursos com tanta prodigalidade, que nada mais restava. Perplexo, recorreu a seu irmão Prometeu, que, com a ajuda de Minerva subiu ao céu e acendeu sua tocha no carro do sol, trazendo o fogo¹⁷ para o homem. Com esse Dom, o homem assegurou sua superioridade sobre todos os outros animais [...] (UFMG, in: http://www.fafich.ufmg.br/~labfil/mito_filosofia_arquivos/prometeu_epimeteu.pdf).

A educação é um processo activo, dinâmico, contínuo e dialéctico, e para além do intramuros escolar. Dinamicamente a educação é inseparável do “facto pedagógico” e social, e não há como separá-los, de forma parcial ou total, membros integrados que são de uma mesma equação. O processo pedagógico-educacional é activo porque tem de haver consentimento e intencionalidade do educando para aprender. É contínuo porque acontece durante toda a vida e continua a partir de nós, e dialéctico porque envolve discussão, com concordância e oposições. A educação está presente na história das civilizações desde os primeiros momentos e tem responsabilidade directa no desenvolvimento da sociedade e no progresso da humanidade. Existem dois processos educativos que acompanham o homem desde as comunidades primitivas, a educação “espontânea” e a “intencional”. Entretanto, qual é o significado da palavra *educação*, no aspecto etimológico, social e pedagógico?

¹⁷ Metaforicamente, este “fogo” não seria a Electricidade? Com a electricidade o homem não teria resgatado todos os poderes doados com descuidada prodigalidade por Epimeteu aos animais, pois que ela nos deu asas, calor, força, poder e visão, velocidade, capacidade de mergulhar nas profundezas oceânicas ou siderais, armas potentíssimas, *iluminação*, etc. Ela nos capacitou de todos os dons, e de forma muito mais acentuada do que os fornecidos aos animais. Esta é uma explicação mítico-moderna, científico-tecnológica, para o simbolismo do “roubo do fogo celeste”, roubado por Prometeu e oferecido maneira fraterna e sacrificial ao homem. Isto porque, o mito prossegue com o ódio de Zeus a Prometeu e aos homens, que haveriam de se tornar tão poderosos a ponto de querer contestar, rivalizar, igualar ou superar os deuses, que prende o titã no Cáucaso, e castiga o homem com a criação de Pandora. Se a mitologia estiver certa, temos de agradecer a Prometeu, de certa forma também, a Epimeteu, sem antes deixar de pensar também que Zeus não estava todo errado ao discordar do perigoso poder às mãos dos seres humanos. A electricidade foi um dos dons mais precisos concedidos à humanidade, mas que somente viria acontecer milénios depois, quando a civilização já estivesse suficientemente desenvolvida para entender e poder controlar o seu fantástico império. Nota nossa.

A palavra “educação” (do latim *educare*, no grego *paidagogein*) tem sentido humano e social. *É um fato que se verifica desde as origens da sociedade humana. Caracteriza-se como um processo por obra do qual as gerações jovens vão adquirindo os usos e costumes, as práticas e hábitos, as idéias e crenças, numa palavra, a forma de vida das gerações adultas.* Nos povos mais primitivos, a educação se manifestava como influência inconsciente do adulto sobre a criança e o adolescente. Com o tempo, o homem observou a importância deste fato. O caçador iniciava seus filhos no penoso afã de capturar animais; nos povos agrícolas, a mãe adestrava os seus, nas artes rudimentares do cultivo, etc. [...]. Embora a educação intencionada signifique inegável progresso no desenvolvimento da sociedade, nunca desaparece a educação primitiva espontânea. Ao lado da educação intencionada da escola, existem outros fatores específicos como o livro, o jornal, o teatro, etc. Contudo, *há um caráter comum em todo processo educativo: quer seja espontânea ou reflexiva, a educação é um fenômeno mediante o qual o indivíduo se apropria em quantidade maior ou menor da cultura (língua, ritos religiosos e funerários, costumes morais, sentimentos patrióticos, conhecimentos) da sociedade onde se desenvolve, onde se adapta ao estilo de vida da comunidade, onde se faz progresso* (LARROYO, 1974, 10-11 pp.).

Até o século XVIII a educação era altamente elitista e privilégio da nobreza aristocrática e religiosa, e proibida aos trabalhadores, mulheres e escravos. Com a entrada em cena de novos autores (filósofos, pedagogos e políticos) e actores (pedagogia, governo e a clientela educacional) a realidade se modifica, e um dos agentes dessa mudança foi a Pedagogia Tradicional. Estruturada nos paradigmas filosóficos e científicos, conforme preconizava o Iluminismo, teve como um dos principais teóricos o filósofo empirista moderno inglês John Locke, um dos ases da política social iluminista. Locke foi médico, político, filósofo e pedagogo, actor da famosa pedagogia do *galant homme*. O filósofo representava a rica burguesia de seu tempo, que ano após ano ganhava mais dinheiro e conquistava mais espaço social e político na sociedade do século XVII, XVIII e XIX, e sua educação inspirava-se no ideal de “educar a nobreza”.

John Locke foi o pensador que mais se preocupou, na Inglaterra com o ideal educativo da nobreza. Seu tratado pedagógico *Pensamentos sobre a educação* não somente justificou o caráter realista que se vinha impondo à educação nobiliárquica, mas também depurou este novo ideal de formação e lhe proporcionou um sólido fundamento psicológico.

Partindo do princípio de que nada há na inteligência que não tenha passado pelos sentidos, opõe-se à doutrina das *ideias inatas*. A alma da criança é uma *tabula rasa*, uma folha de papel em branco (*white paper void of all characters*). A sensação está na base de todo conhecimento. Das sensações o espírito obtém idéias simples e concretas, primeiro; depois, complexas, abstratas e gerais. Posto que, segundo Locke, os materiais de todo o conhecimento provêm da experiência, a concepção epistemológica de Locke recebe o nome de empirismo. Considera o espírito como um ser vivo em vias de formação e transformação incessantes. Não nega, por outra parte, existência de aptidões e faculdades, cujo poder tão variável é devido à construção natural de cada homem (idem, 1974, p. 429).

É estranho que um alto representante da rica e poderosa burguesia comercial britânica e o maior representante do pensamento político e educacional burguês da época se preocupasse em “educar a nobreza”. Isto parece um paradoxo ou uma insensatez, mas não é nada disso. A Europa passava por uma reforma geral e uma nova nobreza, com mente mais aberta que a anterior entrava em cena, e esta era a nobreza que realmente interessava investir politicamente naquele momento. Locke era iluminista, e o Iluminismo lutava incansavelmente contra as ideias e os valores medievais, e era daquela nobreza que poderia surgir um monarca capaz de atender às reivindicações da burguesia até o momento da virada, ou seja, da tomada definitiva do poder, o que aconteceu na Revolução Francesa. Estados nacionais, fortes e centralizados na figura de um rei “esclarecido” e sensível aos interesses burgueses, no lugar das políticas aristocráticas, reinos divididos e esfacelados da Idade Média, precisavam definitivamente ser implantados. Sabemos que a alta burguesia financiou os reis e eles atenderam aos seus interesses, com medidas que permitiram o crescimento do comércio, da manufatura, concessão de direitos, educação, por exemplo, e de outras actividades do interesse burguês. Mas não era um rei qualquer, um simples e ortodoxo monarca, como os da economia mercantilista, que desejavam. Não, definitivamente isto não interessava mais a poderosa classe média europeia, e a educação viria a ser também instrumento de *conformação* e controlo social da nova classe dominante, a burguesia.

A doutrina educativa de Locke ultrapassou, de muito, o aspecto instrutivo do aprendizado. Uma educação integral, disse Locke, compreende três vertentes e, consequentemente, *três grandes fins*: educação física, intelectual e moral, isto é, vigor físico, saber e virtude. [...] Quanto à educação intelectual, o filósofo a colocou, diferentemente dos demais pedagogos, em relação concomitante com a cultura da vontade, do carácter moral. Um *gentleman* tinha que proporcionar ao seu filho virtude, prudência, boas maneiras e instrução. O ponto mais difícil da educação era a virtude, só em relação com esta devia imaginar-se a sabedoria, ou seja, “a capacidade de um homem governar seus interesses neste mundo, de modo hábil e inteligente”. Para isso, a erudição morta era coisa imprestável (idem, *ibidem*, p. 430).

A famosa obra de John Locke (1632-1704) que aborda psicologia, conhecimento, aprendizagem e pedagogia humana, *Ensaio acerca do entendimento humano*, a primeira obra de psicologia desde quando Aristóteles escrevera o *De Anima*, foi a inspiração teórica do movimento da educação burguesa

liderada pela Escola tradicional. A obra de Aristóteles, que fala da importância do estudo da alma, sede do pensamento, da inteligência ou racionalidade (alma racional), e também da sensibilidade (alma sensitiva e vegetativa), era a única referência do gênero até à publicação de Locke. Um dos propósitos do livro do estagirita era explicar as funções da alma humana e mostrar a relação com o conhecimento humano. A alma tinha várias faculdades, que incluíam funções psíquicas e vegetativas, manifestando-se, portanto, efetivamente de “atos diversos. As faculdades fundamentais do espírito humano são duas: teórica e prática, cognoscitiva e operativa e ativa. Cada uma destas, pois, se desdobra em dois graus, sensitivo e intelectual” (PADOVANI; CASTAGNOLA, 1981, p. 150).

Partindo do princípio de que o saber é uma das coisas belas e estimáveis, e que alguns saberes são superiores a outros quer pelo seu rigor, quer por tratarem de objetos mais nobres e admiráveis, por estes dois motivos poderemos com boa razão colocar a investigação sobre a alma entre os mais importantes. Ora o conhecimento sobre a alma parece contribuir também largamente para o da verdade no seu todo, e em especial para o da natureza, pois a alma é, por assim dizer, o princípio dos animais (ARISTÓTELES, 2010, p. 31).

Locke, criador da famosa tese da “tabula rasa”, ou que “a mente é um papel em branco”¹⁸, é um filósofo empirista, opositor radical do *inatismo*, ou que as ideias preexistem *ab aeterno*, não era favorável ao acesso das classes operosas à escola. Dizia, preconceituosamente, que as mãos que nasceram para o arado não eram aptas a manusear o lápis, a escrita ou os livros; a educação deveria ser privilégio de pessoas mais abastadas. Não quer dizer que todos os filósofos e educadores que deram prosseguimento ao pensamento pedagógico de Locke, Rousseau, por exemplo, fossem opostos à educação das classes menos privilegiadas. Os liberais, a luta dos trabalhadores por direitos, o interesse da burguesia da adesão das classes trabalhadoras ao seu projecto político, como na tomada da Bastilha, a necessidade da indústria de trabalhadores mais qualificados, o ideal do político iluminista do “cidadão ilustrado”, popularizaram o direito de escolarização. O estado moderno-contemporâneo fez da educação porta-voz do seu projecto político e veículo ideológico privilegiado de transmissão de ideais, pensamentos, valores e cultura da burguesia. O controlo social das classes inferiores através do ensino escolar ofertado às classes operativas tornou-se política de estado na maioria dos países. Àquela altura, a escola não se incumbia apenas da produção do saber, mas também “conformar” e “civilizar” as massas, a exemplo do Brasil.

¹⁸ O empirismo do Locke tem, opõe-se ao racionalismo de René Descartes e seguidores: Baruch de Spinoza, Malebranche, Gottfried Wilhelm von Leibniz, Giambattista Vico, que afirmava que o homem possuía categorias de ideias inatas e *a priori*, independente de qualquer experiência sensível.

As primeiras décadas do século XIX no Brasil foram caracterizadas por profundas mudanças sociais e políticas, nas quais o Estado nascente, após a Independência, buscava marcar sua presença nas diferentes províncias por meio de um governo central que ordenasse a construção de um projeto de nação. [...] O grande contingente populacional marcado pela pobreza era considerado uma ameaça à tranquilidade pública, sendo-lhe atribuída responsabilidade sobre a criminalidade e a instabilidade dos governos. Em consonância com os ideais iluministas, acreditava-se na instrução como meio de civilizar essa população, possibilitando a sua submissão às leis e à almejada ordem, contribuindo para o fortalecimento do Estado imperial (GOUVÊA; JINZENJI, 2006, p. 116).

Com a industrialização, números ascendentes de miseráveis expulsos de antigos feudos ou em busca de melhores condições de vida acorreram em grande quantidade aos núcleos industriais da Europa, acarretando sérios problemas na infraestrutura municipal. Na ausência de trabalho, alimento, acomodação, assistência médica e demais necessidades, no entendimento das elites burguesas, grupos de “desocupados” passaram a vagar (“vadiar”) indisciplinadamente pelas cidades. Nesse contexto, e para essas gentes que se deve fixar a análise do papel “controlador” ou “disciplinador” da educação. A democratização do ensino escolar, portanto, não foi nenhuma ação espontânea e humanista de bondade e altruísmo da burguesia para com o proletariado, mas uma estratégia política. Isto tudo, diga-se de passagem, fazia parte do ideal iluminista com vistas à construção da *nova ordem*, que não se estabelecer construída sem uma activa participação da maquinaria escolar: formar pessoas cultas e educadas (*galant homme*) produziria cidadãos conscientes e participativos, igualmente “disciplinados” e “ordeiros”. Uma nova função social incorpora-se à educação, o aparelhamento ideológico do Estado burguês frente às baixas camadas populacionais, que além de incultas eram indolentes, preguiçosas, rebeldes, desordeiras, viciosas, violentas e de grande poder de sedição.

Uma vez que novos atores apareciam na cena política, era necessário pensar logo em como formá-los e conformá-los. Como nos lembra Foucault em *Vigiar e Punir*, as mesmas *luzes* que descobriram as liberdades inventaram também as disciplinas. [...] Tentar refletir sobre essas ideias e ideais é uma tarefa necessária, em primeiro lugar, para entender em que medida a forma como vem sendo colocada a relação entre educação e cidadania está contribuindo para garantir a cidadania dos trabalhadores, ou, ao contrário, está contribuindo para justificar e racionalizar sua exclusão. Em outros termos, urge refletir sobre o grau de coerência global desses ideais de convívio social e político subjacentes ao pensamento pedagógico (ARROYO, 2007, 33-34 pp.).

A pedagogia de John Locke influenciou várias gerações, e com ela a Escola tradicional, que tem ainda hoje fortes laços em nossa cultura, pode-se dizer que está longe o dia de desconsiderarmos sua importância. Algumas frases comumente usadas em educação ou no discurso comum, que reflectem o preconceito sobre as classes populares, saíram de Locke, por exemplo, “a falta de berço” e “vadiagem”. Locke, um dos filósofos mestres do empirismo inglês, iniciado por Francis Bacon, escola

que afirmava que a fonte de todo conhecimento é *a posteriori*, *nato*, ou proveniente da experiência (*empeiria*, experiência sensível, daí *empirismo*¹⁹), e dela emanam as sensações, ideias, pensamentos, juízos e raciocínios. Logo, o conhecimento tem nascedouro nos sentidos e não na razão. Locke contesta o racionalismo cartesiano que trabalha com a ideia do *inatismo*, de influência platônica e agostiniana, que diz que ideias e pensamentos preexistem desde sempre no espírito humano. Este pensamento influenciou não somente a educação geral, como também a científica. A oposição ao *inatismo* cartesiano²⁰afasta-o de Platão e Agostinho e o aproxima da doutrina aristotélica da *imanência* em que o conhecimento não surge inteiramente de ideias ou pensamentos preexistentes (*inatos*) no espírito humano, mas também da experiência.

Todas as ideias derivam da sensação ou reflexão. Suponhamos, pois, que a mente é, como dissemos, um papel em branco, desprovida de todos os caracteres, sem quaisquer idéias; como ela será suprida? De onde lhe provém este vasto estoque, que a ativa e que a ilimitada fantasia do homem pintou nela com uma variedade quase infinita? De onde apreende todos os materiais da razão e do conhecimento? A isso respondo, numa palavra, da experiência. Todo conhecimento está nela fundado, e dela deriva fundamentalmente o próprio conhecimento. Empregado tanto nos objetos sensíveis externos com nas operações internas de nossas mentes, que são por nós mesmos percebidas e como nas operações internas de nossas mentes, que são por nós mesmos percebidas e refletidas, nossa observação supre nossos entendimentos com todos os materiais do pensamento. Dessas duas fontes de conhecimento jorram todas as nossas idéias, ou as que possivelmente teremos (LOCKE, 1978, p. 159).

A escola tradicional está assentada na filosofia da *essência* – que afirma a existência de um Ser superior e transcendente ao homem e a toda criação, que passa, ultrapassa, avanta-se, excede e eleva-se acima das coisas. Essência pode ser também entendida como o “conjunto de atributos do Criador, que lhe resulta a superioridade em relação à criatura” (FERREIRA, s/d., p. 1397). Carácter daquilo que tem uma causa que é exterior e superior à criatura. Consiste-se numa filosofia de afirmação da *essência* (ideia inata, superior, primordial, preexistente), realidade transcendente ao homem de onde provém todas as coisas, fonte de vida e de existência, tendo em Santo Agostinho, René Descartes, Spinoza e Blaise Pascal os principais mentores. Neste pensamento, ao contrário da filosofia da existência, “a *essência* precede a existência”, ideologia defendida pela burguesia tradicional e liberal,

¹⁹ Etimologicamente empirismo vem latim *empiricus*: médico com experiência, facultativo de medicina antiga e medieval; experiência, prática. Pelo “Grego *empeirikós*: pessoa “experiente”, cheia de *Empeiria*, “experiência”. Conhecimento fundamentado na experiência, conforme a escola filosófica empírica inglesa de John Locke, David Humes, ao contrário do racionalismo, escola francesa de René Descartes (saber racional), onde conhecimento era proveniente da (pura) razão e não da exclusivamente dos órgãos dos sentidos (“saber sensível”). Originalmente denominava uma escola da medicina que privilegiava o aprendizado mais pela experiência do que pela teoria.

²⁰ Para Platão, a realidade, o Cosmo grego, o Universo latino, a “totalidade das coisas” (*res*, coisa), não é material, mas *ideal*. Para ele o que existia realmente era a ideia (*eidos*), que existiam, *ab aeterno*, no mundo espiritual (*Topos Uranós*).

formada essencialmente por grandes produtores rurais, como Voltaire, ao contrário da filosofia da existência, a dos industriais, grandes comerciantes e financistas.

Em retorno ao Professor António Nunes dos Santos, o compromisso da educação é a transmissão balanceada do saber elaborado, em todos os seus segmentos principais e que contemple a ciência, com valores humanísticos, no sentido de fazer do homem um ser ilustrado, consciente, livre, fraterno e investido de autonomia. A interação pedagógica do conhecimento objectivo, donde ciência e tecnologia emanam, com o subjectivo, com atenção às letras, história, literatura e poesia, foi possível, mesmo com as limitações, com a escola tradicional. Porém, com a tomada do poder pela burguesia tradicional e reacionária e a instalação do *escolanovismo*²¹ o modelo pedagógico do ensino de qualidade, gradativamente se enfraquece, pelo menos na educação das classes populares. A burguesia pós-revolucionária do final do século XIX, formada por industriais, banqueiros (financistas, detentores de grande capital), e grandes comerciantes, impôs pesado controlo social, político e ideológico sobre a população e ampliou o papel da escola como porta-voz de sua ideologia de classe, e institucionalizou a exclusão, conforme afirmou Michel Foucault.

Um dos desfavores da burguesia reacionária (que se opõe a toda mudança social, para manter sua forma de governar), vitoriosa nas revoluções liberais de 1830 e 1838, aconteceu no âmbito da educação, com a *Pedagogia da Escola Nova* – porta-voz do sistema capitalista industrial e financeiro. A nova classe dominante será implacável com as conquistas e garantias conquistadas pela sociedade pós-moderna no período liberal, especialmente dos trabalhadores, em contrapartida, carrega para si todos os privilégios. As classes laborativas sofrem pesadas perdas e conquistas à dura penas conquistadas, e amargam profunda exploração, exclusão e forte repressão pelos empresários e aparelhos ideológicos do estado, principalmente pelas forças policiais. Entretanto, não excluiu a educação escolar aos baixos estratos sociais, mas cria um novo modelo pedagógico que privilegia a experiência (a ciência e a técnica) para substituir a escola/pedagogia tradicional. No lugar da pedagogia da essência, que mantinha um conhecimento escolar, teórico e prático, mais amplo e sem perda da qualidade, implanta-se uma nova filosofia da educação: a *Filosofia da existência*.

A Escola nova trouxe uma revolução no ensino e na pedagogia do final do século XIX e começo do XX, e se inspirava nas descobertas científicas, principalmente na psicologia, ciência que acusava extraordinário crescimento. A psicologia da educação, fonte teórica e de aplicação escolar era uma ciência recém-criada e que apostava todas suas fichas na experiência e na autonomia do aluno na escola. A pedagogia nova desloca o centro pedagógico da educação do professor para o aluno, que não deveria mais receber passivamente o saber, mas participar activamente dele. O saber torna-se pragmático e utilitarista. Sua maior influência vem do filósofo da educação americano John Dewey (1859-1952). A partir de Dewey a educação é direcionada ao aluno, e a aprendizagem acontecia a partir da experiência (interesse) ou da vivência do aluno. O professor deixa de ser “provedor do saber”, para ser o seu “facilitador”. Na filosofia da educação do eminente pedagogo norte-americano, o lúdico toma conta da sisudez do professor da escola tradicional, em que a brincadeira torna um valioso instrumento de aprendizado, incompatível na disciplina tradicional, em que o aluno não participava das

²¹ Nome do movimento desencadeado pela escola ou “Pedagogia da existência”.

aulas e tinha que manter calado o tempo todo. Ao invés de apreender o conteúdo processado nas gerações passadas, sem o direito de questionar, o aluno alojado no novo sistema deveria “aprender a pensar”, através de uma “situação problema”. O jargão de que a escola deveria “ensinar o aluno a pensar”, desenvolver a “autonomia”, tornou-se uma das bandeiras da nova experiência pedagógica. Mas será tão bom e revolucionário assim essa forma de educar, o aluno realmente pode pensar e desenvolver por si os conhecimentos, “espontaneamente”, é o aluno ou o professor que deve ter o controlo do ensino em sala de aula? É certo que esta pedagogia trouxe mudanças consideráveis, que acrescentaram novas possibilidades à aprendizagem, entretanto, tem suas limitações e problemáticas. Partir da experiência, do interesse ou da vivência do aluno é muitas vezes uma utopia, pois a realidade da sala de aula raramente espelha a de origem dos filhos das classes subalternas.

O modelo social encontrado na maioria das escolas não é o das classes populares, mas dos estratos ascendentes. As camadas médias e altas da sociedade, desde cedo tem o incentivo do mundo da cultura letrada, por intermédio do jornal, livro, teatro, cinema, viagens, internet, computadores e telemóveis de primeira geração. Em contrapartida, as camadas empobrecidas convivem com realidades adversas: lares conflitados, anucleados, problemas sociais e económicos, como a carência nutricional, que gera a desnutrição, que por sua vez impõe severas sequelas neurológicas, resultando em dificuldades à aprendizagem, analfabetismo, violência, além, é claro, da exclusão. Os mais dotados de condições sociais, económicas e culturais veem na escola uma continuidade de suas vidas, ao contrário das populares que encontram uma realidade diversa ou conflitante. Outra questão que também não pode ser esquecida é que a experiência, isoladamente, não substitui a transmissão do conhecimento, ela a complementa.

Os primeiros incentivadores brasileiros da Escola Nova foram Anísio Teixeira e Fernando de Azevedo, porém, quem a trouxe para o país foi Rui Barbosa, jurista, professor e renomado político brasileiro, em 1882. A Escola Nova recebeu também os nomes de *Escola Progressista* ou *Activa*. No Brasil, o método que mais se aproximou do ideal preconizado pela escola da existência foi o método de alfabetização de Paulo Freire. Freire desenvolveu um método pedagógico simples, porém muito eficiente, que ensinava a partir da vivência e da experiência do trabalhador, operário das cidades ou camponês, que visava alfabetizar trabalhadores rurais e urbanos, as maiores vítimas da exclusão educacional do Brasil nas décadas de 40, 60 e 70 do século vinte.

Ao mesmo tempo que contestou a *escola tradicional*, este movimento inovador pretendeu criar uma *escola alternativa* que respeitasse a individualidade dos alunos, procurando ter em conta o desenvolvimento das suas aptidões. Este propósito foi posto em prática através da introdução de novos elementos de apoio à formação das crianças e jovens: grupos de trabalho de composição variável ao longo do ano — as chamadas classes móveis; novos espaços para actividades educativas, além da sala de aula — excursões científico-pedagógicas, visitas de estudo, conferências proferidas aos alunos e pelos alunos, jogos lúdico-educativos e jogos desportivos; novos espaços de *saber* e de *saber-fazer*, para além das disciplinas — trabalhos manuais educativos, trabalhos oficinais e trabalhos agrícolas; novos espaços de autocontrolo — tempos livres para actividades de escolha dos alunos geridos por si próprios, a par do controlo social exercido através do horário escolar; finalmente, novos espaços de participação social — associações, «solidárias», clubes, jornais escolares e correspondência interescolar. O desenvolvimento da *educação nova* — movimento pedagógico que se desenvolveu essencialmente nos países ocidentais — incorporou as preocupações da sociedade e os avanços científicos de várias disciplinas nos anos finais de Oitocentos. Uma das influências que se podem identificar é a do higienismo, derivado da necessidade de correcção dos problemas causados pelo industrialismo e urbanismo desenfreados. Vários estudos científicos evidenciavam também os malefícios provocados nas crianças escolarizadas pelo modelo de organização escolar vigente, contrário ao seu desenvolvimento fisiológico e psicológico (FIGUEIRA, 2005, p. 1).

A *pedagogia da existência* vai à contramão da escola tradicional, porque desmonta o sistema pedagógico liberal criado pela burguesia revolucionária estatuída pela pedagogia da *Escola tradicional* ou da *Pedagogia da essência*²². Se antes, a burguesia revolucionária queria direitos e preconizava uma sociedade com igualdades de direitos, e a educação era um destes atributos sociopolíticos, agora, economicamente emancipada e no controlo do poder político, como esclarece o Professor Demerval Saviani, a burguesia reacionária faz o inverso, ou seja, nega os direitos aos estratos sociais inferiores. O modelo da escola tradicional era autoritário e conteudista, fechado e disciplinador, centralizado na figura do professor, autoridade máxima, figura central do universo educacional (*dixit magister*), e responsável por transmitir o conhecimento aos alunos, e eles de aprender. Aos discentes cabia o trabalho passivo de ouvir o professor, memorizar, e reproduzir o conteúdo explanado. As aulas eram orais, com a leitura de livros e escriturações nas lousas²³ e no quadro negro, o que tornava a memória um instrumento indispensável e fundamental, pois os exames exigiam do aluno a repetição do que lera nos livros e aprendera das aulas ministradas. A disciplina era rigorosa, e impedia a participação do

²² *Pedagogia da essência* (escola tradicional) e a *existência* (escola nova) são conceitos criados pelo Prof. Dr. Demerval Saviani, professor da Universidade de São Paulo USP (Brasil), para explicar o processo histórico, mundial e brasileiro, da educação.

²³ “Lâmina de ardósia enquadada em madeira para nela se escrever ou desenhar com ponteiros da mesma pedra; ardósia” (FERREIRA, s/d., p. 853).

aluno que devia obediência cega, cujas falhas eram severamente punidas, o que incluía castigos físicos, como a palmatória. Apesar disto, a pedagogia da escola tradicional trouxe grande avanço para a sociedade moderna do século XVIII e XIX, e a ela devemos parte do progresso observado na ciência do século tecnologia no período. Mesmo impondo sua ideologia à sociedade, via aparelho escolar, instaura o ensino laico (iniciado pelo Marquês de Pombal) e a escola pública de qualidade, beneficiando a burguesia e trabalhadores.

Com efeito, a pedagogia da existência vai ter esse carácter reaccionário, isto é, vai contrapor-se ao movimento de libertação da humanidade em seu conjunto, vai legitimar as desigualdades, legitimar a dominação, legitimar a sujeição, legitimar os privilégios. Nesse contexto, a pedagogia da essência não deixa de ter um papel revolucionário, pois, ao defender a igualdade essencial entre os homens, continua sendo uma bandeira que caminha na direção da eliminação daqueles privilégios que impedem a realização de parcela considerável dos homens. Entretanto, neste momento, não é a burguesia que assume o papel revolucionário, como assumira no início dos tempos modernos. Nesse momento, a classe revolucionária é outra: não é mais a burguesia, é exatamente aquela classe que a burguesia explora (SAVIANI, 1999, p. 53).

Não resta dúvida, não há uma “única educação”, mas variadas formas de receber e transmitir conhecimento: no lar, nas igrejas, na comunidade, no ambiente de trabalho e na escola. No Brasil, de maneira sucinta, a educação é ministrada em dois modos, o *Ensino fundamental*, trabalhado em nove anos, sendo cinco básicos (da 1.^a a 5.^a séries²⁴), o antigo *ensino primário*, mais quatro anos de estudos complementares, da 5.^a à 9.^a séries, o *ensino ginasial* nos tempos da escolarização tradicional. Por fim, há o *ensino médio*, até a pouco tempo denominado de *segundo grau*, o *liceu* em Portugal. O ensino médio complementa a formação escolar inicial e habilita o aluno ao ingresso no curso superior universitário, mediante exames especiais denominados de “Vestibular”. Mas há também uma variada gama de cursos profissionalizantes, em níveis médio e superior, técnicos e tecnológicos, cujo objectivo é garantir uma profissão e a respectiva inserção no mercado de trabalho. A educação brasileira é regida por leis gerais, específicas e complementares. As normas básicas da educação estão lavradas na *Constituição da República do Brasil*. Entre as específicas e complementares a mais importante é a *Lei De Diretrizes e Base da Educação* (L.D.B.). A educação no Brasil está assim regulamentada na Carta Magna de 1988, nos Art. 205, 506, 208 e 213, com a seguinte redação.

²⁴ O primeiro ano é um período intermédio entre a formação escolar e o ensino infantil, denominada de *pré-escola* ou *pré-primário*.

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;

Art. 208. O dever do Estado com a Educação será efetivado mediante a garantia de:

III – atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino;

IV – atendimento em creche e pré-escola às crianças de 0 a 6 anos de idade.

Art. 213. Os recursos públicos serão destinados às escolas, podendo ser dirigidos a escolas comunitárias, confessionais ou filantrópicas, definidas em lei, que:

I – comprovem finalidade não lucrativa e apliquem seus excedentes financeiros em educação (CONSTITUIÇÃO, 1988, 121-123 pp.).

A crise na educação brasileira é longa e crônica. Ademais, uma população inculta, sem autonomia e “analfabeta politicamente”, é muito útil, pois facilita enormemente o controlo social, a divisão social de classes, a exploração, a desigualdade, a sujeição e a dominação. O problema demanda ao período colonial, isto porque, tanto o governo central português quanto as elites locais eram contra a produção cultural, artística e educacional na colônia. Na ausência do Estado, os jesuítas tomam para si a incumbência da educação dos filhos dos fidalgos portugueses, dos nativos ricos e também dos indígenas, deixando a maior parte da população – escravos, trabalhadores rurais e urbanos e mulheres – à margem da educação. O modelo educacional jesuítico brasileiro reproduzia os velhos padrões e ideológicos da Igreja de Roma, refratária às mudanças ocorridas em alguns países da Europa onde a Reforma Protestante e as luzes científicas do Renascimento fizeram presença. O ensino da ciência era também um problema, pois estava configurada no modelo da filosofia aristotélico-tomista, do *geocentrismo*, contrariando a tendência *heliocêntrica* copernicana.²⁵ O problema, no entanto, ultrapassa os limites da educação, pois que extenso a toda a cultura colonial, a exemplo da proibição da imprensa, tipografias, gráficas ou editoras durante todo o período colonial. O pacto colonial proibia também a presença de cursos superiores e universidades no Brasil, e as coisas não ficaram piores por obra e graça do trabalho educacional da Companhia de Jesus. Guardadas as especificações e limitações, o sistema de educação jesuítica em 1759, funcionou muito bem até a reforma do Marquês de Pombal.

No vigente contexto histórico é grave e preocupante a situação da educação brasileira, diferentemente de Portugal, pois, mesmo enfrentando crises económicas, sociais e políticas o Estado Português

²⁵ Enquanto em Portugal houve resistência ao modelo aristotélico-tomista, com a criação de núcleos ou escolas para se estudar a ciência moderna, inclusive pelos jesuítas, no Brasil, no entanto, isto não se verificou, pelo menos institucionalmente.

preocupa-se em “transmitir conhecimento”. Percebe-se isso pelo cuidado no ensino da língua pátria, na transmissão dos valores ético-morais e pátrios, na formação geral e científica, na educação de línguas estrangeiras, com destaque ao inglês, ao contrário do que ocorre com a antiga colónia de Vera Cruz.

Um ponto comum entre a nação brasileira e a lusitana tem a ver com o ensino técnico, sintonizado com os interesses do “mercado de trabalho”, ou para suprir o capitalismo neoliberal dos trabalhadores de que necessita, principalmente com baixos salários, mínimo de direitos e sobrepeso de deveres. Porém, não se trata de um problema específico desta ou daquela nação, mas do modo de produção neoliberal. É neste particular é que se deve voltar à atenção à Universidade, porque ela é uma das instituições mais competentes e empenhadas na formação de “técnicos especializados”, esquecendo-se do essencial, o de “formar o *homem completo*”, conforme análise do Professor Doutor António Nunes dos Santos²⁶. No Brasil, salvo honrosas exceções, “formar o homem completo” está cada dia mais distante, particularmente nas escolas públicas do ensino básico, fundamental ao médio. Aclarando melhor a ideia, é comum nas escolas públicas brasileiras da actualidade, o aluno sair do primeiro ciclo de ensino, compreendido em quatro anos, o antigo “ensino primário”, sem saber ler, compreender satisfatoriamente um texto, ou fazer as operações matemáticas simples.

A baixa qualidade do ensino brasileiro tem também raízes sociais. Nos últimos 30 anos, a entrada nas escolas públicas é normalmente realizada sem a necessidade de exame admissional, muito diferente do passado, onde poucos ultrapassavam os portais escolares, devido a exames seletivos rigorosos, desfavoráveis aos segmentos sociais inferiores. A adaptação dos filhos das classes populares à maquinaria escolar é outro problema, que com destaque negativo o modelo pedagógico e estrutural seguido pela escola. A linguagem adoptada na escola também dificulta a adaptação da clientela social subalterna, uma vez que os filhos da elite e da classe média estão mais familiarizados com a norma culta, além de conviverem em ambiente de melhores condições culturais e económicas favoráveis.

O resultado final é uma crise pedagógica, política e institucional generalizada na educação do Brasil, que desestimula professores, gestores, especialistas e funcionários da educação, alunos, pais e comunidade. Alunos despreparados e professores malformados²⁷, e a ausência do lugar da autoridade é uma realidade cruel nas escolas do país, principalmente da região nordeste, composta por estados de menor PIB²⁸. A discrepância de alunos de escolas particulares com as públicas chega a ser assustadora.

²⁶ Emérito Professor Doutor Catedrático da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal – FCT-UNL, coordenador do citado Programa Doutoral.

²⁷ As más condições de trabalho, marcadas por escolas em péssimo estado de conservação, e sem o mínimo de condições para funcionar, violência, drogas, péssimos salários, sucateamento da docência, entre outros obstáculos, têm afastado os bons profissionais da carreira da educação, abrindo caminho àqueles com menor formação, e assim por diante.

²⁸ *Produto interno bruto*, que é a soma, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um determinado período de tempo.

Os conhecimentos de matemática e português de um aluno no 9º ano do ensino fundamental [antigo ginásio] em colégio particular são maiores que os de estudantes do ensino médio [ex-colegial] em escola pública.

É o que demonstram os dados da Prova Brasil de 2011, cujos dados foram divulgados na terça-feira pelo MEC [Ministério da Educação].

Um aluno da rede privada sai dos anos finais do ensino fundamental [9º ano] com pontuação 298,42 em matemática enquanto um aluno da rede pública termina o ensino médio com conhecimento de 265,38 pontos na escala Saeb (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), que vai de 0 a 500. [...] A nota na Prova Brasil é "fortemente dependente do nível socioeconômico", segundo Romualdo Portela de Oliveira, professor e pesquisador da Faculdade de Educação da USP [Universidade de São Paulo]. Se o estudante vem de uma família com mais dinheiro, ele tem mais acesso a bens culturais que um aluno pobre (YAMAMOTO, 2015, p. 1).

Além dos motivos levantados, há várias outras razões para a crise educacional brasileira. As políticas públicas à educação são geralmente inócuas ou de pouca valia, o que implica em escolha de programas ou modelos pedagógicos ultrapassados ou inadequados, desinteresse político, sucateamento das escolas, corrupção, discriminação, violência, tráfico de drogas, crise econômica, falta de investimento na educação, etc. Não se pode deixar de lado a desvalorização e o baixo investimento na carreira, na formação e no trabalho docente, fortalecimento da figura do aluno e enfraquecimento da autoridade do professor ("alunum dixit"); elevada jornada de trabalho (para compensar os baixos salários o professor é obrigado a trabalhar em várias escolas), más condições de trabalho, indisciplina, disputas de poder, etc. Politicamente, a falta de investimento público ou privado no ensino-aprendizagem é um considerável complicador. Quanto à falta de incentivo aos docentes, os problemas relacionados à "*formação continuada*", *pós-graduação Lato Sensu e Strictu Sensu*, são alguns dos impeditivos à educação de qualidade. O surgimento de um exército de *analfabetos funcionais*, ou de alunos que saem "diplomados" da escola, mas que têm dificuldade de ler, escrever ou compreender o texto impresso ou que não sabem fazer cálculos elementares é uma triste consequência. Estes problemas são peculiares à "escolarização popular", porque a educação das altas e médias camadas da sociedade brasileira não se compara a das classes populares.

Na base do enfraquecimento da formação escolar brasileira encontra-se também o famigerado *processo de progressão continuada*, sem reprovação. Na ausência de vontade política no investimento público em educação, a política pedagógica de enfrentamento da situação consistiu em mascarar ou maquiar a realidade educacional, principalmente para a comunidade internacional. O "sucesso" educacional é conseguido, pura e simplesmente, *aprovando* o aluno sem que tenha aprendido o conteúdo lecionado, estratégia pedagógica com fins políticos para diminuir a repetência escolar. A falaciosa estratégia político-pedagógica de "garantir acesso e permanência escolar para todos" é um atentado à nação. Essa política, além de cruel, é um atentado à democracia, pois que desrespeita o *direito universal da educação*, principalmente a dos baixos seguimentos sociais, pois, para muitos

brasileiros, desde que a educação se tornou um direito conquistado, a escola tornou-se o único instrumento possível de ascensão social.

A segunda metade do século dezenove foi um período de rápido avanço da educação popular sobre todo o mundo ocidentalizado. Não houve avanço correspondente na educação das classes superiores – algum avanço, sem dúvida, mas, de modo algum, movimento proporcional – e dêste modo, o grande fôssco, que dividia até então este mundo entre os que liam e a massa iletrada, tornou-se pouco mais do que uma diferença nem sempre perceptível de nível de educação. [...] Essas classes que, a princípio, não se achavam ligadas entre si senão pelo empobrecimento comum, foram e estão sendo reduzidas ou levadas ao mesmo padrão de vida, obrigadas a ler os mesmos livros e partilhar das mesmas incomodidades (WELLS, 1970, p. 272 e 275).

Para poder voltar a *sonhar* com uma educação melhor, próxima do ideal, com o equilíbrio dos aspectos *quantitativos* e qualitativos, em que ciência, tecnologia e humanidades possam caminhar juntas e inseparáveis, no Brasil, diferentemente de Portugal, é necessário, antes, efectuar mudanças estruturais de base. Todavia, não basta instruir, apresentar conteúdos, a “educação bancária” de Paulo Freire, pois, inerente ao trabalho instrucional do professor encontra-se também uma *missão política* (FREIRE, 2000,), a de *contribuir para o desenvolvimento da visão crítica ao alunado*, elementos indispensáveis à construção de um cidadão instruído, livre e autónomo. A educação, portanto, é revolucionária, tanto no sentido de livrar o sujeito da ignorância quanto de libertar o cidadão da submissão política. Uma educação processada nestes termos pressupõe a superação da “curiosidade ingênua do senso comum para a curiosidade epistemológica” (idem, 2000, p. 34). Mesmo que esta ideia possa parecer inglória, uma batalha *quixotesca*, efémera e utópica, porém, não irreal, não devemos nunca desistir, nem esmorecer, muito menos deixar de sonhar, pois o sonho é o primeiro estágio de todos os agentes de transformação.

A minha utopia é que a Escola seja impulso para o indivíduo se tornar criador de sonhos [“o sonho comanda a vida”, como diria António Gedeão] e demolidor de dogmas, que lhe permita expandir os seus conhecimentos e fazer deles parte integrante da sua cultura e simultaneamente estender as suas fronteiras – a do sentir e a do pensar, em suma, a do viver em plenitude – até ao infinito, comandado sempre pela sua humanidade assente em valores éticos, de integridade e de justiça social (SANTOS.1, s/d., p. 3).

Concorde com o Professor, acreditamos piamente que a educação não constitui unicamente de intervenções pedagógicas, mesmo que bem planeadas e executadas, mas também de sonhos e utopias, que é o resgate de nossa interioridade, sufocada pelas repressões e condicionantes civilizatórios, como falara Freud em o “Mal-estar na civilização”. Infelizmente, a escola funciona também como um laboratório de esterilização da criatividade, da criança e do jovem, podando-os da sua natural qualidade de inquirição, de duvidar e questionar, a capacidade criativa, o “dom natural de filosofar”. Seria ousado ou desafiador sugerir “aos educadores que pensem menos nas tecnologias do ensino –

psicologias e quinquilharias – e tratem de sonhar com seus alunos sonhos de um Paraíso” (ALVES, 2000, p. 77)?

Não resta dúvida que estas transformações somente acontecerão com o desenvolvimento da consciência crítica do corpo docente, ou seja, transformando atitude passiva em activa, os educadores ou agentes de transformação do amanhã. Esta é a missão revolucionária da educação, porém, para isso, não pode ela ignorar ou menosprezar seu papel político, ou seja, o de “libertação do sujeito”, que transforma uma atitude passiva, em acto epistemologicamente activo. Para que isto ocorra, no entanto, o professor deve fugir a todo custo de converter-se em mero instrumento ideológico dos interesses de classe, da opressão, violência, neste caso, a “violência simbólica” de que falou Bourdieu/Passeron, e da exclusão. Se lutar por uma sociedade melhor, livre e mais justa, através da “educação completa do ser” é uma “utopia pedagógica”, vale lembrar que a matéria de toda revolução humana nasceu de um sonho, de uma ideia, pensamento, projecto, que não são elementos objectivos, mas do mesmo conteúdo psíquico da substância onírica: *substantia* em que os vates e os poetas se embriagam há séculos. Há, portanto, motivos de sobra para entronizarmos a Pedagogia como uma ciência de suma importância para a transformação da humanidade e da sociedade. Se a inteligência gera o saber, sem a educação a humanidade não teria como transmitir a cultura elaborada, e a sociedade não passaria de uma quimera, e o homem estaria ainda como os primatas, “a baloiçar-se nas árvores”: sem linguagem, domínio do fogo, sem a técnica da escrita e incapaz de construir ferramentas para a lida do dia a dia, fazer ciência e poder deleitar-se na poesia, o que o inviabilizaria como ser histórico capaz de transformar a si mesmo e a realidade. “Se a educação é transformação de uma realidade, de acordo com uma ideia melhor que possuímos, e se a educação só pode ser de carácter social, resultará que pedagogia é a ciência de transformar a sociedade” (Ortega y Gasset, in: BRANDÃO, 2004, 82-83 pp.). Porém, para o “carácter social” da pedagogia/educação acontecer não deve limitar-se a simples produção do saber, “transferir conhecimentos”, mas converter-se num autêntico processo social de transformação e libertação do homem e da mulher, mesmo por que:

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – *a de ensinar e não a de transferir conhecimento.* [...] É preciso insistir: este saber necessário ao professor – que ensinar não é transferir conhecimento – não apenas precisa de ser apreendido por ele e pelos educandos nas suas razões de ser – ontológica, política, ética, epistemológica, pedagógica, mas também precisa de ser constantemente vivido [...] não posso esgotar minha *prática* discursando sobre a *Teoria* da não extensão do conhecimento. Não posso apenas falar bonito sobre as razões ontológicas, epistemológicas e políticas da Teoria. O meu discurso sobre a Teoria dever ser o exemplo concreto, prático, da teoria. Sua encarnação. Ao falar da *construção* do conhecimento, criticando a sua *extensão*, já devo estar envolvido nela, e nela, a construção, estar envolvendo os alunos (FREIRE, 2000, 52-53 pp.).

Neste mundo repletado de ciência e tecnologias, bombardeado por todos os lados de apelos midiáticos de consumo, que marginalizam o humanismo, é preciso preocupar, antes de qualquer política, ideologia, técnica ou ciência, em *educar a criança e o jovem*. Entretanto, que se faça sem impositivos, clichês, estereótipos ou dogmas, que venham lhes tolher os sonhos e os devaneios, a ponto de privá-los, no futuro, da felicidade.

Não posso pensar a missão das escolas, começando com as crianças e continuando com os cientistas, como outra que a realização do dito pelo poeta: “*Navegar é preciso. Viver não é preciso*”: É necessário ensinar os precisos saberes da navegação, ciência. Mas é necessário apontar com imprecisos sinais para os destinos da navegação: “*A terra dos filhos dos meus filhos, no mar distante...*” Na verdade, a ordem verdadeira é a inversa. Primeiro os homens sonham com navegar. Depois aprendem a ciência da navegação.

Meu sonho para a educação foi dito por Bachelard: “*O universo tem um destino de felicidade. O homem deve reencontrar o Paraíso*”: Paraíso é jardim, lugar de felicidade, prazeres e alegrias para os homens e mulheres (ALVES, 2000, p. 77).

Qualquer tentativa para se estabelecer um padrão ideal de educação mais aproximada dos padrões necessários não estaria completa sem pontuar uma importante questão pouco enfrentada nas universidades, em especial quando se trata de cursos de ciências naturais ou empíricas: os *propósitos e os fins da educação em nível superior universitário*. Em uma palavra, qual é o papel da educação superior, e, conseqüentemente, do educador do ensino superior universitário?

Durante as últimas décadas, e hoje ainda, era e é suposto a escola fornecer conhecimento específico de modo a que o diplomado possa ser inserido no mercado de trabalho com direito a um emprego de qualificação correspondente à sua “*formação*”. Fez-se disso a prioridade primeira e última da Escola: a aquisição de competências, afirmam responsáveis políticos, docentes e discentes, todo o sistema, é dever a ser cumprido. Se a educação, porém, – e este é um olhar íntimo e pessoal – tiver por objectivo a realização completa do homem, o desabrochamento completo do homem em toda a sua riqueza e complexidade das suas expressões e comprometimentos, das suas aspirações e concretização de ideias, dos laços que tece como indivíduo e na multiplicidade das suas partilhas, se tiver em consideração que o homem é essencialmente um ser criativo, inatamente solidário, um ser livre, consciente das suas escolhas e um ser em metamorfose contínua, perpetuamente contínua, então para formar este homem completo – um ser que sabe e deseja aprender a ser – a educação não pode ser temporal (o período escolar) e com o intuito apenas em transmitir conhecimento fragmentado e especializado (SANTOS.1, s/d., p. 3).

Comprometida com os interesses neoliberais, a formação do “homem completo”, livre, consciente e capaz de fazer escolhas, torna-se uma realidade cada vez mais distanciada da educação. Deste problema deve ocupar-se também a educação superior, discussão que não se deve restringir às

ciências humanas, mas também às ciências naturais, matemáticas, biológicas e tecnológicas, cada vez mais fragmentadas e especializadas. Não resta nenhuma dúvida da relevância da Universidade no ensino, pesquisa e extensão, porém, para fechar o capítulo, deixaremos à discussão um problema epistemológico recorrente na Universidade, principalmente nos cursos de ciências – física, química, biológica, astronômica, medicina, geologia, etc. – retirada de uma frase proferida certa vez pelo Professor António Nunes dos Santos: “*A Ciência dá respostas, mas não ensina a perguntar*”. Se abrímos mais a discussão, e se substituíssemos a palavra “ciência” por “universidade” chegaremos ao ponto crucial da questão, pois, o que realmente está em discussão não é a *Scientia* e a *Tehkné* (conhecimento e prática), mas o modo como o saber está sendo transmitido na academia. Em outras palavras, estamos a falar da Educação (*educare, paidagogen*), ou do modo como o conhecimento é transmitido no interior da Universidade. Posto nestes termos, o problema transcende-se à gnosiologia²⁹ e epistemologia da ciência, para ganhar jurisdição pedagógica, pois não se está a falar de outro lugar senão o do ensino e aprendizagem.

Concluindo, o preclaro mestre quer dizer que Ciência ou a Universidade fornecem conteúdos de inquestionável significância e valor, *contudo, não incentiva a discussão e a análise, o questionamento e a problematização*, pelo menos em algumas situações, momentos, sectores e lugares em que a traição imperam e o *dogmatismo* se impõe, mesmo que de modo subtil ou pouco visível. Em nossa compreensão, este é um dos maiores desafios do ensino superior. Ademais, reforçando a importância deste debate, vale lembrar que todo avanço da ciência nunca surge de uma *resposta*, mas de *perguntas* e *problematizações*, ou melhor, nasce de um *thauma*: admiração, dúvida, perplexidade. Em síntese, de uma “atitude filosófica”, ou seja, de uma pergunta, questionamento, problema, dúvida...

CAPÍTULO III: HISTÓRIA DA ELECTRICIDADE: BREVE RELATO DOS PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS E AUTORES MAIS SIGNIFICATIVOS

“A electricidade era estática, eu a tornei dinâmica,
fluente. Ela revolucionará o mundo”

(Alessandro Volta)

Antes de adentrarmos na parte teórica da temática da tese doutoral é indispensável fazer considerações a respeito da Filosofia³⁰, relacionadas ao método por ela criado, o *racional*, que há séculos responde pelo modelo dominante na cultura ocidental, utilizado por filósofos, teólogos e pesquisadores naturais, até o aparecimento da Ciência Moderna.

²⁹ Gnosiologia, *gnose, gnôsis*, literalmente “estudo do conhecimento”, sabedoria, parte da filosofia que trata do conhecimento.

³⁰ *Philosophia*, nome atribuído ao filósofo e matemático grego Pitágoras (571/570-496 a.C.), literalmente significa “amor à sabedoria”. Do ponto de vista do conhecimento (gnosiológico) e do método: “busca *amorosa* pelo saber”, o que não significa a “sua *posse*” – “capacidade de possuir *integralmente* o saber”, ou de sua “conquista definitiva”, virtude unicamente encontrada nos deuses, conforme rezava a tradição grega, de Homero, Hesíodo, e adiante, menos os sofistas, que se auto-intitulavam sábios (*sophós, sapitus*).

Quer-se com isto reforçar que a Filosofia foi e continua a ser um saber transformador e revolucionário, *en se e per se*, que mudou radicalmente a história da cultura do Ocidente, e o modo de compreensão humana da realidade. Põe também em relevo um facto comprovado, pouco conhecido e discutido, de que “Filosofia e Ciência têm origem comum”, e de que a primeira tem precedência sobre a segunda; e que durante séculos “a Filosofia foi o Saber universal”, que integrava todo o conhecimento ou saber significativo do Ocidente, realidade extensiva também para o Oriente próximo e algumas regiões da África, notadamente durante o florescimento da cultura árabe-islâmica.

A Filosofia fundamenta-se na Razão, pelo grego e latim *Lógos* (λόγος)³¹ e *Ratio* (termos assemelhados). Seu saber é especulativo (introspecção investigativa, em que não se aplica a evidência sólida), geral, amplo, organizado, sistematizado, metódico, lógico e totalitário, pois não se contenta com partes ou recortes do real, como a ciência, mas com a Realidade total (*in totum*). Diferente da explicação sensível, fantástica sagrada e *sobrenatural*, do senso comum, do mito e das religiões, o saber filosófico é “natural”, isto é, voltado às “coisas mesmas”, à própria natureza e não fora dela. Pelo carácter questionador (que indaga, esquadrinha, examina, inquiri, pesquisa) e céptico (mente que duvida, questiona, interroga, inquires, e não aceita explicações superficiais), a Filosofia penetra reflexivamente em todos os campos e domínios da actividade humana, da mais simples à mais complexa. Todavia, o que realmente distingue e destaca o método racional filosófico dos demais, não é exactamente o *questionamento*, mas capacidade de “*discordar*”, faculdade humana de romper padrões, tradições, ideias, valores, pensamentos, regras ou paradigmas. Ademais, não existe pergunta, problematização ou investigação, que não tenha sido precedida da *dúvida*, ou seja, de uma *discórdia* previamente instalada, pois só assim é possível estabelecer mudanças, o devir (Heráclito), e romper com o *status quo*. Mesmo porque, a palavra, principalmente quando carregada criticamente, não é extática, mais dinâmica, pura actividade. Porém, “Filosofia não é um saber qualquer, superficial, irracional, assistemático, solto e descompromissado, como o saber do senso comum³²” (SOUZA, 1995, p. 29). O saber filosófico recusa as explicações simplistas e sensíveis³³ do senso comum, fantásticas e sagradas do mito, e da religião. Por outro lado, a Filosofia não é um saber pragmático (voltado à acção), excepção à ética, que cuida de partes (recortes) do real, pois o seu método de investigação é rigorosamente intelectual, isto é, racional (pensamento), ao contrário da ciência moderna que privilegia também a experimentação, o saber empírico.

³¹ O vocábulo *Lógos* (λόγος), de criação do filósofo grego pré-socrático Heráclito (535-675 a.C.), que etimologicamente significa “palavra”, é o princípio universal de inteligibilidade – que compreende bem e claramente as coisas.

³² Isto é, um saber voltado às *causas*, *razões* ou *fundamentos*, em busca do quê e do por que das coisas.

³³ Originárias dos órgãos dos sentidos.

Ao contrário, filosofia é um saber especial: **especulativo** [do latim, *especulu*, *especular*, *voltar-se a si mesmo*, ato de introspecção, *reflexibilidade*], um *saber ativo*. [...] O conhecimento filosófico é profundo, sistematizado [ordenado, hierarquizado, oposto daquele que é solto, desordenado, assistemático]. É um **saber geral**, universal, que tem de servir a todos como um instrumento da verdade. **Rigoroso**, isto é, forte, operativo, sustentando suas teses sem vacilar ou duvidar. **Radical** – que vai às “raízes” do problema, até seus fundamentos [últimos], “colocando-se em questão [dúvidas, interrogações] as conclusões do senso comum, da sabedoria popular e as generalizações apressadas que a ciência pode ensinar”³⁴. [...] [Filosofia] é um **repensar racional** permanente sobre a realidade naquilo que realmente é importante e fundamental, intentando responder as grandes inquições humanas (idem, 1995, 29-31 pp.).

Atualmente, as diferenças entre filosofia e ciência são de tal ordem de grandeza e complexidade que parecem saberes distintos, senão realidades antípodas. Porém, uma perquirição mais atenta da História da Filosofia e da Ciência mostrará justamente o contrário, pois, ao invés de diferenças e oposições muitas serão as semelhanças encontradas entre ambas. Uma origem comum é a principal semelhança, pois ambas surgiram na Grécia, na nomeada *Filosofia Pré-socrática*. Epistemologicamente, a Filosofia nasce *como ciência*, na forma de uma *Filosofia Natural*, nome que os primeiros filósofos helênicos (jônicos) davam às “especulações naturais”, ou ao “estudo racional da natureza”, estrutura que perdurou até meados do século XIX. Nestes termos, a Ciência natural grega pré-socrática – “especulação racional sobre a natureza” – surge com o primeiro filósofo, Tales de Mileto, e termina na atomística de Leucipo e Demócrito, tendo, portanto, origem na Grécia.

Sob a denominação genérica de Filosofia da Natureza, os antigos gregos criaram uma Ciência com o objetivo de estudar a Natureza. Essa busca por uma compreensão do Mundo físico abrangia um vasto campo, que englobava a Matemática, as Ciências naturais e as Ciências físicas (inclusive a Astronomia e Meteorologia); ou seja, ao tempo dos filósofos pré-socráticos, os campos científicos se confundiam e se inter-relacionavam, ao ponto que os filósofos tanto se dedicavam a especulações filosóficas e metafísicas ³⁵] sobre a origem e a constituição do Universo, quanto aos números [Aritmética], áreas (Geometria) e elementos [Física e Química]. [...] O espírito científico, essencial para o surgimento das diversas Ciências, originou-se na Grécia, sem querer, contudo, significar que todas as Ciências se formariam durante a evolução da civilização helênica. A História das Ciências comprova o entendimento atual de que as Ciências menos complexas, não-experimentais e de interesse imediato da Sociedade seriam as que primeiro se constituiriam e se desenvolveriam (ROSA, 2010, 100-101 pp.).

³⁴ SAVIANI, Demerval, *Do senso comum à consciência filosófica*, São Paulo, Brasil, Cortez, 1985, p. 24.

³⁵ Questões *ideais*, *subjectivas*, como o pensamento. Para Aristóteles a metafísica é “o estudo do ser enquanto ser”. Nota nossa e não do autor do texto.

A Filosofia nasce e se desenvolve no primeiro período da Filosofia como *ciência*, metodologicamente como uma “racionalização natural”, como uma ciência “física”, isto é, um estudo (especulativo) da natureza (*Physis*), à busca causal dos princípios geradores e estruturadores do cosmo e da natureza evidenciados através dos fenómenos naturais. Naquele momento, muito diferente de hoje, ciência e filosofia ou vice-versa eram sinónimos. Nesta perspectiva é possível compreender donde e por que a ciência herdou algumas características da Ciência Mãe, de onde todos os saberes, directa ou indirectamente, precedem. John Burnet (1863-1928), um dos maiores helenistas e pesquisadores da história da filosofia, em seu famoso livro *Early Greek Philosophy*, chamava Tales de o “primeiro homem de ciência”.

Tales [624-548 a.C.]. Misto de filósofo, matemático [autor de cálculos matemáticos notáveis, como a da medida da circunferência da Terra, etc.], meteorologista e astrónomo, que se tornou famoso por alguns feitos memoráveis, como a previsão de um eclipse solar. Ele inaugurou a “ciência” [conhecimento voltado ao entendimento e ao domínio racional/experimental da *natureza*] no ocidente e a fase **Pré-socrática** – ou “física” [...] da Filosofia Grega, cujo objecto de estudo ou enfoque, propósito de estudo e trabalho, era a “natureza física”, externa ao homem, mundo exterior, fenomênico [“ser da natureza”, “natural”: o *ens mobile*, de *Aristóteles*, *natura naturans*, de Espinosa] (SOUZA, 1995, p. 26, 27).

Os filósofos pré-socráticos ratificam a “origem comum da ciência e filosofia”, pois tiveram como objecto de tematização a natureza ou dos fenómenos físicos, objectivos, o que levou Aristóteles, grande estudioso de o pensamento pré-socrático (*doxógrafo*³⁶), a denominá-los de “físicistas” (*physichói*), “físicos”, “estudiosos da natureza” (*Physis*), da “realidade³⁷ externa”. Contudo, a “ciência pré-socrática”, ao contrário da física e química moderna, centrada nos fenómenos *particulares*, procurava a “compreensão total das coisas”. A ciência (física) pré-socrática tinha, pois, carácter *universal*. Em outras palavras, o conhecimento pertencia a todos³⁸, resultado da evidência racional, logo, *natural*, inteiramente distinto das explicações do senso e do mito, místicas, fantásticas ou religiosas. A *cosmologia*³⁹, um dos produtos gnosiológicos dos filósofos pré-socráticos, almejava não somente encontrar uma *causalidade* para o surgimento dos astros ou do universo, mas, sobretudo, descobrir a “origem de todas as coisas” (1995, p. 27). Os primeiros filósofos pré-socráticos, opostamente aos sofistas, cujo método era particular, empírico e não geral, eram também *generalistas*, porque o olhar compreendia todo o conhecimento da “natureza em sua totalidade”, ou seja, o foco da razão não se dirigia a *partes* ou “recortes”, como a ciência, mas a toda a realidade. Estes naturalistas da história da ciência indagavam pelas “causas”, o “*ser primevo*, o *elemento primordial*, o *princípio* [*principiu*, do latim, causa primária] originador de todas as coisas,

³⁶ Escritor antigo que descreveu, registou, analisou, problematizou, as obras dos primeiros filósofos gregos.

³⁷ Etimologicamente o vocábulo vem do latim *res*, coisa, objecto tangível. Nota nossa.

³⁸ No mito, cada povo, cultura, etnia, elabora uma compreensão individualizada para os mesmos fenómenos. No mundo antigo havia deuses, mitos e cultos diferentes para explicar a mesma coisa, para o surgimento do dia, da noite, da dor ou da morte. O saber filosófico trouxe a uniformidade de ideias, pensamentos e explicações, regra válida para o africano, europeu, norte-sul-americano, asiático, oceânico, etc.

³⁹ Filosoficamente, *cosmologia* é uma forma de explicação *racional* das origens e fins do universo, diferente da compreensão fantástica, sagrada e dogmática da mitologia.

materiais ou não” (idem, p. 28), o “**Arché**⁴⁰, de todas as coisas” (*ibidem*, p. 28), a *essentia*, a *substantia prima*, o *infinito*, ao qual tudo se origina, surge ou retorna (1995). O *princípio* gerador, *primordial*, não foi consenso entre os filósofos jônicos, pois cada um estabeleceu um elemento ou *princípio* como *arché*, o que prova o carácter crítico, dinâmico, dialéctico e revolucionário daquele novo saber. Tales, o primeiro filósofo, pensou ser a água o princípio originador de todas as coisas. Anaximandro e Anaxímenes, discípulos do primeiro, julgaram ser o *ápeiron* e o *ar*; Pitágoras os *números*, Empédocles os quatro elementos (*terra*, *água*, *ar* e fogo), Heráclito e Parménides o *fogo* e o *ser*. Esta é a razão de se afirmar que os pré-socráticos são também “naturalistas”.

Esses primeiros filósofos pré-socráticos são “naturalistas” no sentido de que não vêem o divino [o princípio] como algo diferente do mundo, mas como a essência do mundo. Entretanto, não têm nada a ver com concepções do tipo materialista-ateizante.

Em Anaximandro, portanto, Deus torna-se o princípio, ao passo que dos deuses tornam-se os mundos, os universos que, como veremos, são numerosos — os quais, porém, nascem e perecem ciclicamente (REALE; ANTISERI, 1990, p. 30).

Os gregos legaram ao mundo ocidental uma “ciência separada dos deuses”, ou seja, fora das explicações sagradas e religiosas, embora não devamos tomar isto no sentido absoluto, pois houve filósofos que também foram místicos, a exemplo de Pitágoras. O carácter verdadeiramente “científico” da filosofia e que a distingue da *doxa* (opinião) conhecimento dito inferior, menor, senso comum e mito, é o uso de instrumentos racionais dirigidos à totalidade do saber, a *generalidade*, contrário da *particularidade* da ciência, a busca dos fundamentos, das causas, princípios e fins. A Filosofia pré-socrática compreende também o *ser* (Parménides), “conjunto de objectos da natureza” (definição clássica), “aquilo que é passível de apreensão pelo conhecimento”, ou o “*ente* em sua totalidade”, na acepção ontológica de Martin Heidegger.

Epistemologicamente, entende-se *generalidade* filosófica como “*compreensão* total do objecto” em análise. A Ciência, opostamente à Ciência Mãe, trabalha com objectos isolados e distintos entre si (astronomia, física, química, geologia, electricidade, biologia, etc.), transita no âmbito do *particular* (*especialização*). Se para a ciência a observação/experimentação (*empirismo*) é um constituinte necessário, a *evidência racional* – o *Lógos* (Heráclito), o *eidos* fenomenológico de Husserl ou o *cogito* cartesiano (Descartes), por exemplo, são marcas inseparáveis da abordagem filosófica. Durante séculos Filosofia e Ciência foram companheiras inseparáveis e caminharam juntas até o surgimento da Ciência Moderna, pois, mesmo com as contradições, como o advindo do cepticismo grego dos sofistas, tinham propósitos, metas, objectivos e fins semelhantes; ou seja, o de explicar o real (o universo e suas partes) de forma integrada, e não de maneira separada como fazem as ciências de nossos dias, porém:

⁴⁰ Vocábulo de origem grega (grafado também como *arké*) e latim *principium*, começo, fundamento, ponto inicial, *causa primária*, essência, ideia pura, ser.

¿Qué papel desempeña la ciencia en esta evolución intelectual? Al principio, Filosofía y Ciencia estuvieron mezcladas. Los filósofos ensayan sus soluciones, utilizando de manera más o menos consciente el papel de su tiempo, pero lo desboradan en su ansiedad de explicarlo todo. Por sus excesivas pretensiones y sus embarazosas contradicciones, el pensamiento desemboca ya en la abdicación de la razón ante la fe, ya en una prudente sumisión de la razón a la experiencia. En nuestra opinión, no hay por qué disminuir la importancia de los escépticos griegos – que si niegan la ciencia es, sobre todo, por formarse una idea demasiado elevada de ella (BERR, s/d., XI e XII).

Contradições à parte, como se observou no ceticismo e relativismo grego dos sofistas, a *racionalidade*⁴¹ foi e continua sendo o principal instrumento da filosofia para conhecer e descobrir a *verdade (alétheia)*. A razão é o método privilegiado da abordagem filosófica do real: subjectivo, objectivo, teórico ou prático, aplicado inclusive na ciência, pois a problematização, a análise do problema, a sistematização, e a teorização são instrumentos próprios da filosofia e do não do método científico experimental. A *crítica* (do grego *kritiké/kritilós*⁴², examinar, dividir, ajuizar, julgar) foi outra grande e importante estratégia da filosofia, criada pelos gregos, para validar ou não os conhecimentos humanos. “Conhecer filosoficamente” é o mesmo que “conhecer as coisas pela luz natural da razão”, pois, a razão, à filosofia, é o instrumento de certezas por excelência. Evidentemente, este conceito passou por transformações e também por crises. A palavra razão é aplicada em muitos sentidos: certeza, lucidez, motivo, causa, inteligência, e todos esses sentidos são conceitos presentes na Filosofia (REALE; ANTISERI, 1990).

A ciência, na pressa de conhecer, de produzir tecnologias, desvendar enigmas, solucionar problemas, muitas vezes imediatos, como a demanda energética eléctrica do planeta, descobrir a cura para o vírus ebola, da AIDS, da vacina para a malária, doença de chagas, dengue e o zica vírus, distancia o cientista dessa discussão. Os interesses económicos e políticos impostos pelo modelo capitalista de produção à ciência criaram mitos ou ideologias muito convenientes, a exemplo da *neutralidade científica* e da *superioridade do saber científico*. Um cientista especializado em técnicas de destruição em massas, bombas ou vírus letais, armas químicas, ao questionar eticamente a ciência e o seu trabalho, cria um *afastamento* epistemológico entre o “ser e o fazer”, “sujeito e o objecto”. Conclui-se, assim, que o posicionamento ético ou moral, a crítica filosófica, “não é da instância do *cientista*, mas do *filósofo*”; da filosofia, mas não da ciência. Em outras palavras, a análise e a discussão crítica é uma atribuição filosófica, desde os primeiros tempos, e continua até hoje uns dos resquícios que mostram que ciência

⁴¹ Para os gregos, “racionalidade” significava que havia uma “lei” *intelectual*, lógica, universal “pensante”, um *principium*, uma *Intelligentia* (o *Logos/logos*, de Heráclito) imanente no Universo, regente de todas as coisas, naturais ou *ideais*. Compreender esta “racionalidade” significava compreender todas as coisas.

⁴² A palavra “crítica” resume objectivo do método grego. Ela inaugurou o reino do questionamento, e criou a investigação, método que começou com uma revolução palavra (*logos*) revolucionária, “por que” (as *razões* que nos levam adoptar esta ou aquela conduta, seguir este ou aquele caminho, fazer esta ou aquela tarefa)? “Como surgiu o universo e a vida, o que é”, são as perguntas cruciais que a ciência tem que desvendar, segundo o físico brasileiro da USP, José Goldemberg. Como se vê, a problematização, a maior criação do método filosófico, que tornou possível a ciência, está na base de todo saber não dogmático humano, no caso a ciência.

e filosofia um dia foram a mesma coisa. Até o advento da ciência moderna, a *atitude questionadora*, oriunda da filosofia, era um atributo único do filósofo; mesmo porque a lógica, a ética, a estética, a metafísica e demais ciências válidas eram objectos pertinentes à Filosofia, consequentemente, do modo de ser e fazer do filósofo *especulativo* (que tratavam das ideias, humanas, isto é, subjectivas) e *físico* (estudioso das coisas da *natureza*). Concluindo, enquanto que a ciência aborda várias realidades e diferentes objectos, a Filosofia procura a *unidade* ou a *generalidade*.

É justamente esse carácter que confere "cientificidade" à filosofia. Pode-se dizer que esse carácter também é comum às outras ciências, que, *enquanto tais*, nunca são uma mera constatação empírica, mas também são pesquisa de causas e razões. A diferença, porém, está no fato de que, enquanto as ciências particulares são pesquisa racional de realidades e setores particulares, a filosofia, como dissemos, é pesquisa racional de *toda a realidade* [do princípio ou dos princípios de toda a realidade] (REALE; ANTISERI, 1990, p. 20, vol. I).

1.1. Origem, dificuldades, desenvolvimento e afirmação da Electricidade na História da Ciência – da fase animista à Física Eléctrica

A electricidade não se restringe apenas a sua magnânima história, pois que ela encerra em si um dos mais antigos e primordiais fenómenos naturais, força, energia encontrada e todos os cantos do Universo. Com efeito, a Electricidade é tão antiga quanto o Universo, novo é apenas o tempo em que o homem a descobriu, pouco mais de 2000 desde sua descoberta aos avanços dos dias presentes. Apesar de fazer parte da intimidade da matéria, enquanto energia para fins de trabalho humano, não se configura com uma energia primária, pois tem de ser produzida artificialmente pelo homem, por intermédio de geradores, que necessitam também, por sua vez, de outras formas de energias primárias para movê-los: hidráulica, térmica, solar, eólica, ondas do mar e nuclear.

Antes de adentrarmos na história desta insuperável ciência, é preciso levantar a rica etimologia do vocábulo "história" (do grego e latim, *historía*), directamente ligado ao trabalho do grego Heródoto. *História*, literalmente, significa "conhecimento através da investigação", investigação, testemunha, narração.

La palabra **historia** tiene un origen claro y atestiguado; deriva del griego. *historein* que significa inquirir, preguntar. El primero en utilizarla, derivando ya su sentido hacia el actual, fue Heródoto de Halicarnasso (considerado por ello como Padre de la Historia) quien en el siglo V antes de Cristo realizó un viaje por el Mediterráneo y Grecia "preguntando" a los lugareños acerca de sus tradiciones y de sus relatos sobre las Guerras Médicas [...] es decir que hizo una investigación. Justamente ese fue el nombre que le dio a su obra escrita: "Historias", término que valía tanto como decir "Investigaciones". [...] La historia es un término cuyo significado puede referirse a: una narrativa de eventos, un relato; un registro cronológico de hechos, como de la vida y desarrollo de un pueblo, de una institución o de una persona, incluyendo con frecuencia una explicación o comentario; así como todos los acontecimientos que forman el objeto de la historia, todo registro de hechos del pasado [*"Historiae Herodotos – Investigaciones de Heródoto"*] (RDGZ, s/d., p. 1).

Etimologicamente, a palavra Electricidade vem do latim *electricus*, cujo significado literal é equivalente a "produzido pelo âmbar por efeito de fricção". O termo surge pela primeira vez na Grécia antiga com o "filósofo *naturalista*" Tales (624-558 a.C.), o descobridor da electricidade no Ocidente. Tales foi um (idem, s/d., p. 1). Cidadão rico e de nobre ascendência nobiliárquica da cidade-Estado Mileto, Jônia, uma rica colônia grega situada na Ásia Menor, que ao esfregar um pedaço de "âmbar amarelo" (tradução literal do vocábulo *élektron*) descobriu que ele adquiria a estranha propriedade de atrair corpos leves, como palha, folhas, penas, cabelos, pelos, etc. Em outras palavras, longe explicar a natureza do fenómeno eléctrico, Tales descobriu que ao esfregar o âmbar em lã, seda ou pele de animais, ele perdia sua neutralidade e adquiria uma "carga (*força*) eléctrica", ou seja, a actividade de atrair ou repelir corpos com *cargas* iguais ou diferentes. Etimologicamente, a palavra "electricidade" deriva-se do grego "elétron", que significa "âmbar" [amarelo], pois a capacidade do âmbar de, quando friccionado, atrair pequenas folhas parece ter sido o único 'fato eléctrico' então conhecido" (RONAN, 2001, p. 117, vol. III).⁴³

Os fenómenos eléctricos, principalmente o relâmpago e certas propriedades do âmbar, vinham atraindo a atenção dos homens desde a Antiguidade. A própria palavra *electricidade* tem sua origem no latim recente, *eletriis* [que quer dizer fenómeno produzido pela fricção do âmbar], que provém do latim antigo *electrum* [significa âmbar e liga de ouro e prata] e do grego *elektron* [com o mesmo significado] (ARAGÃO, 1972, p. 351).

Adentrando a análise filosófica é preciso registrar que a electricidade demorou em despertar o interesse dos pesquisadores da ciência, medieval ou moderna, nas universidades, e principalmente nas academias de ciência, diferentemente do que ocorrera com outras disciplinas físicas, a exemplo do calor, pressão ou luz, mesmo objetos ligados à zoologia, botânica, taxonomia, por exemplo, anatomia,

⁴³ Elétron é também uma variação do vocábulo inglês *electron* [em português de Portugal, "electrão"]. O termo "criado em 1881 pelo físico irlandês George J. Stoney (1826-1911), a partir do gr. *élektron*, 'âmbar-amarelo'" (FERREIRA, s. d, p. 504).

microbiologia, fisiologia (Lineu, Versalius, Leuwenhoeck, Harvey, Malpighi). Por que isto ocorrera? Sem dúvida alguma a “complexidade dos fenómenos eléctricos” foi a causa mais relevante⁴⁴. O primeiro desafio da ciência após o “Bum” do impacte copernicano foi descobrir, de acordo com o método científico moderno (paradigma moderno: matemático, indutivo, quantitativo e experimental), novas causalidades, fundamentos, relações e explicações aos objetos científicos físicos e astronómicos em análise, por exemplo, por que “os corpos não caíam com velocidades diferentes”, como afirmava a física qualitativa aristotélica, mas “com velocidades iguais”, conforme descobrira a física moderna do século XVII. Isto vem à tona com as experiências contrárias à *filosofia natural* ou peripatética defendida pela filosofia escolástica da Igreja, de Galileu Galilei (1564-1642), e ampliados por Kepler, Hooke, Boyle, Huygens, Newton.

Apesar da oposição dos setores tradicionais da ciência e das doutrinas de fé, as explicações científicas realizaram-se com sucesso, e com o pronto reconhecimento e adesão de outros pesquisadores, astrónomos, físicos, químicos, naturalistas, médicos. No que dizia respeito à explicação causal dos fenómenos eléctricos, as descobertas, as explicações físicas apresentadas e as equações matemáticas aplicadas, não lograram nenhum sucesso na explicação do mistério do funcionamento da electricidade. Isto tardou a acontecer por causa da alta complexidade da fenomenologia eléctrica e a intrínseca relação com a estrutura átomo-molecular, o que justifica plenamente as dificuldades seculares de se encontrar explicações para os fenómenos eléctricos e magnéticos. Estas, viriam somente no fim do século XIX e durante todo o século XX, com a descoberta do *electrão* por J. J. Thomson, em 1897. As causas do funcionamento da electricidade foram ampliadas com o primeiro modelo atómico⁴⁵, de autoria de dois físicos contemporâneos, o neozelandês Lorde Ernest Rutherford, em 1911 e o dinamarquês Niels Bohr⁴⁶ em 1913. Houve também a contribuição dos físicos quânticos, a começar por Max Planck, que no ano de 1900 criou a “*quanta* de energia”, Einstein e o *efeito fotoeléctrico*, em 1905, Louis-Victor Broglie (1924), com a “teoria de ondas da matéria”. Mas não parou por aí, pois não podemos esquecer-nos de Broglie, criador da mecânica quântica moderna, de mais dois físicos alemães, Werner Heisenberg e Max Born, com desenvolvimento da “mecânica matricial”, e também do austríaco Erwin Schrödinger, inventor chamada “mecânica de ondas”. Hoje, sabemos que o átomo é formado por duas estruturas ultramicroscópicas, uma interna, o *núcleo*, outra externa, a *electrosfera*, mantidas por forças electrostáticas, de atracção e repulsão entre as partículas subatómicas. De acordo com estas teorias, o

⁴⁴ Tanto é verdade que somente na segunda parte do século XIX que os “mistérios eléctricos” começam finalmente a ser deslindados. Com a descoberta do electrão com J. J. Thomson, a estrutura atómica (modelos atómicos) de Lorde Rutherford (núcleo e electrosfera, modelo do “*pudding de passas*”), Niels Bohr, e o surgimento da física quântica com Max Planck, Einstein, Lewis, Heisenberg, Broglie, Born, etc.

⁴⁵ Como os dois trabalhos completavam o entendimento do átomo, o Modelo Atómico foi baptizado de “Rutherford e Bohr”, em homenagem aos dois físicos contemporâneos, popularmente conhecido como modelo de “*pudding de passas*”.

⁴⁶ Niels Henrik David Bohr (1885-1962) ganhou o Prémio Nobel de Física em 1922, em decorrência das investigações a cerca da teoria da constituição do átomo. Ernest Rutherford (1871-1937), o primeiro barão de Rutherford Nelson, foi um físico, mas ganhou o Prémio Nobel de Química, pela investigação sobre a desintegração dos elementos e a química das partículas radioactivas, em 1911. Bohr criou o modelo aceito universalmente até hoje, que se assemelha ao sistema planetário, sendo o núcleo o astro e os electrões os planetas.

núcleo atômico é formado, principalmente, por dois tipos de partículas elementares: os *prótons* e os *nêutrons*. As primeiras são portadoras de carga positiva e as segundas são destituídas de cargas elétricas. A massa do próton vale, aproximadamente, $1,7 \times 10^{-27}$ kg, e o nêutron tem massa ligeiramente maior. Ao redor do núcleo atômico, gravitam partículas elementares de natureza diferente das anteriores. São os *elétrons*. A massa de um elétron é da ordem de 1840 vezes menor que a massa de um próton, isto é, $9,11 \times 10^{-31}$ kg. O elétron tem carga do tipo negativa e o valor dessa carga é de $1,6 \times 10^{-19}$ C. Aliás, essa é a carga fundamental, ou seja, qualquer carga q pode ser expressa como um múltiplo inteiro da carga do elétron (MARTINS, 1975, p. 18).

Tales também descobriu as propriedades atrativas de um estranho pedaço de rocha, originária da região da Magnésia, daí o nome *magneto* (imane), de atrair pequenos pedaços de ferro, porém, suas pesquisas praticamente pararam por aí, pois seus apontamentos sofreram pouquíssimas contribuições dos filósofos gregos e romanos, como Platão (428/427-348/347 a.C.), Teofrasto (3 a.C.) e Sêneca (5-65 a.C.).

Teofrasto de Ereso (séc. 3 a.C.), outro filósofo grego, descobre que diversos materiais diferentes dos utilizados por Thales de Mileto possuíam as mesmas características.

No início do primeiro milênio, Sêneca Lúcio Anneo (nasceu em Córdoba, Itália, em 5 a.C., morreu em Roma em 65 d.C.), um escritor e filósofo latino distingue três tipos de raios, nomeadamente: “raios que incendeiam, os que destroem e o que não destroem” (<http://energiaelectrica.no.sapo.pt/histelec.htm>, s/d., p. 1).

Com exceção da aplicação prática do magnetismo na navegação através da bússola magnética pelos chineses e o trabalho pioneiro de dois pesquisadores medievais, Pièrre Pelerine de Maricourt⁴⁷ e Jerome Cardano, os estudos e pesquisas da electricidade e do magnetismo pouco avançaram na Idade Média. A electricidade retornaria à ciência somente em 1600, com o médico e físico da corte da rainha Elizabeth I, William Gilbert (1544-1603). Os trabalhos de Gilbert foram muito respeitados pelo rigor científico, o que o tornou um grande experimentalista e serviram de base para futuros pesquisadores, esse foi, sem dúvida alguma, o primeiro passo indiscutivelmente “científico” dessa ciência.

Nos tempos modernos, entretanto, o estudo da eletricidade – assim como o do magnetismo começou no século XVI, com a publicação do *De Magnete*, de William Gilbert. Nesse livro, o cientista prova que, além do âmbar, também o vidro, o lacre, o enxofre e as pedras preciosas atraem partículas de papel e palha, quando submetidas à fricção. Mostra, igualmente, que esta propriedade é muito semelhante à apresentada pelo ímã ou magneto (ARAGÃO, 1972, p. 351).

⁴⁷ O tratado escrito por Maricourt, *Epístola do Magneto*, sobre a electricidade e o magnetismo, serviu de base para os estudos posteriores, donde se serviu o físico inglês William Gilbert.

Gilbert inicia o período científico da electricidade, depois de séculos de obscurantismo, de interpretação fantástica, sobrenatural e mitológica, que se estende durante todo o período medieval, “pois os alquimistas ainda atribuíam aos fenômenos magnéticos interpretações sobrenaturais, à quais chamavam indiferentemente ‘fogo de Sant’Elmo’, ‘fogo de São Nicolau’, ‘fogo de Santa Clara’” (DEVAUX, s/d., p. 12). Gilbert descobriu os polos magnéticos terrestres e a relação da Terra com o magnetismo. É atribuído também a ele a descoberta do “princípio de inseparabilidade dos ímanes”: toda vez que se divide um íman ele se transforma em outro magneto, e isto só termina em nível molecular, conhecido hoje e não no tempo de Gilbert. Na obra *De Magnete* Gilbert relata as propriedades eléctricas, descobertas e as pesquisas que realizou com a electricidade e o magnetismo. Com Gilbert surgem pela primeira vez na história as palavras *electricidade* e *electrização*, contudo, acabou por se desinteressar pela electricidade, por julgá-la assunto de pouca importância ou trivial, e concentrou esforços naquilo que julgava ser de grande importância, o magnetismo. Tão extraordinário foi a contribuição de Gilbert no magnetismo que recebeu o título de o “Pai do Magnetismo”.

O terceiro grande progresso experimentado pela física, durante os séculos XVII e XVIII, foi o estudo da electricidade. Os efeitos eléctricos foram conhecidos desde a Antiguidade – William Gilbert fez alguns estudos sobre electricidade “estática”, mas chegou à conclusão de que era um assunto trivial, e talvez o estudo permanecesse nesse estágio, não fosse o desenvolvimento da “máquina eletrostática” (RONAN, 2001, p. 117, vol. III).

Quem retomou o trabalho de Gilbert, esquecido durante quarenta anos, foi o alemão Otto Von Guericke (1602-1686), nascente e residente em Magdeburgo. Foi diplomata, engenheiro (teve papel importante na reconstrução da cidade, destruída durante a Guerra dos Trinta anos), físico, inventor e prefeito da cidade por 35 anos. Von Guericke foi um pesquisador notável da física, e ocupou-se com a pneumática e a acústica, mas também cuidou com muita propriedade da electricidade. Inventou a primeira *bomba de vácuo*, e tinha um pensamento muito revolucionário sobre isto, pois acreditava na “existência do vácuo”. “A idéia mais aceita à época era ainda a de Aristóteles, segundo o qual a natureza teria ‘horror ao vácuo’, preenchendo imediatamente, a todo custo, qualquer espaço que fosse deixado sem matéria” (FERRACINI, 2, 1996, p. 8). Outra invenção de impacto do alemão foi a *máquina electrostática* (electricidade “sem movimento”, que ocorre quando as cargas eléctricas estão em equilíbrio ou em repouso), isto é, a primeira “máquina eléctrica” da história da electricidade. Esse aparelho foi construído a partir da constatação de Gilbert que o âmbar não era o único material capaz de produzir electricidade, mas também o vidro, o lacre e o enxofre. Compunha-se de uma de geringonça formada por uma grande esfera de enxofre atravessada por uma haste de metal e presa a um cabo giratório, colocado sobre um suporte de madeira, através de um eixo livre (vide anexo n.º 6). Atritado a outros materiais que possuíam propriedades eléctricas, pela movimentação do eixo, a bola de enxofre rapidamente adquiria *cargas eléctricas*, ou melhor, “carregava-se electricamente” (*electrização* por contacto). Acto contínuo, o enxofre saía a atrair ou a repelir pequenos corpos, da mesma forma que fazia o âmbar. A máquina electrostática tinha a vantagem de gerar cargas eléctricas mais potentes do que as produzidas pelo simples atritar do âmbar. Dessas experiências, Von Guericke notou que partículas de cargas iguais se repeliam e diferentes se atraíam.

Uma de suas importantes descobertas foi a de que substâncias eletrizadas, além da atração, podiam sofrer repulsão. Mas foi incapaz de explicar como uma bola carregada podia eletrizar outra por contato, ou seja, a **condução** ou transmissão da eletricidade. Talvez porque, para ele, a eletricidade fôsse uma qualidade intrínseca dos corpos e, portanto, não transmissível (<http://www.if.ufrgs.br/fis/EMVirtual/crono/crono.htm>, 2005, p. 1).

Entre outras descobertas eléctricas importantes, Guericke descobriu o princípio que hoje se chama de o “poder das pontas”⁴⁸, bem como o da “indução eléctrica”, que significava que a electricidade poderia ser transferida de “um corpo para outro: uma esfera de enxofre suspensa, depois de encostar-se à esfera da máquina eléctrica, passava a ser repelida por esta [...] e adquiria também a propriedade de atrair objetos leves” (FERRARO, 1997, p. 8).

Otto von Guericke (originally spelled *Guericke*, German pronunciation: [ˈɡeːʁɪkə] (November 20, 1602 – May 11, 1686 [Julian calendar]; November 30, 1602 – May 21, 1686 [Gregorian calendar] was a German scientist, inventor, and politician. His major scientific achievements were the establishment of the physics of vacuums, the discovery of an experimental method for clearly demonstrating electrostatic repulsion, and his advocacy of the reality of “action at a distance” and of “absolute space” (http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke, s/d., p. 1).

A máquina eléctrica despertou rápido interesse de curiosos e estudiosos de diversos tipos e lugares, dentro e fora da Europa, o que incluía mágicos, ilusionistas, embusteiros, artistas de palco, mas também de pesquisadores sérios. Nova era descortinava-se para a electricidade, naquele findar de século XVII, e durante todo o século XVIII, principalmente depois do então secretário da Academia de Ciências britânica, *Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* (nome completo), Francis Hauksbee (1660-1713), ter aperfeiçoado a máquina eléctrica de Otto Von Guericke. A nova máquina eléctrica substituía o enxofre por uma cúpula de vidro, onde havia sido retirado o ar, por uma máquina de vácuo, e transformara o atritar manual para o mecânico (vide anexo n.º 8). Mesmo ainda sendo motivo de mistério, medo, e de confusão com o sobrenatural, iniciava-se, naquele momento, o interesse acadêmico pela electricidade, ou seja, de pesquisadores ligados às academias de ciência (*Académie de Sciences* e a *Royal Society*), interessados na pesquisa e experimentação da electricidade.

⁴⁸ Guericke observou que ao se aproximar um corpo electrizado de uma vela sua chama era desviada, o que caracterizava a influência da electricidade sobre esse elemento, porém, não foi capaz explicar o fenómeno.

Ao contrário do que ocorreu com quase todas as demais disciplinas científicas, o estudo da eletricidade não acompanhou a tendência “natural” de se desenvolver no sentido do método newtoniano. A objetividade que caracterizou o estudo da Mecânica a partir de Newton, por exemplo, somente encontrou paralelo na eletricidade após o abandono das concepções animistas, tão ao gosto do cientista medieval; essa renúncia, no entanto, foi acompanhada por um esforço negativo no sentido de criar imagens mecanicistas complicadas, vagas e repletas de fluidos sutis, turbilhões cartesianos, atmosferas de influências, e assim por diante. [...] No começo do século XVIII, as pesquisas em eletricidade finalmente se difundiram entre os físicos, e iniciou-se um ativo período de experimentações e conseqüente elaboração de teorias (ABRAMO, 1972, p. 246).

Em 1745, com um aparelho rudimentar, mas muito bastante eficaz, é inventado pelo reverendo Ewald Georg Von Kleist (1700?-1748) que conseguiu o primeiro controlo sobre a electricidade, cuja função era acumular cargas eléctricas. Tratava-se de uma garrafa de vidro de remédio comum contendo água, fechada por uma tampa de cortiça, perfurada e penetrada por um prego ou gancho, que servia de contacto externo para o armazenamento eléctrico, realizado por máquinas eléctricas, ou conector, responsável também pelo contacto electrostático. O dispositivo foi baptizado de “Garrafa de Leyden” por um famoso electricista iluminista francês do século XVIII, o Abade Nollett, um dos aperfeiçoadores do aparelho, e criador de um modelo próprio (vide anexo 9), que ele usava em experiências e em espectáculos teatrais, e consiste num capacitor primitivo de alta potência. Comprovou-se, logo nos primeiros momentos, que as “cargas armazenadas por uma garrafa de Leyden podiam ser muito grandes, e que a descarga de garrafas ligadas por fios eléctricos era capaz de matar animais [...] inflamar o álcool” (RONAN, 2001, p. 118). A garrafa de Leyden é um capacitor de alta potência.

Consiste num recipiente de vidro com duas folhas de metal, uma interna e outra externas, formando as armaduras. A folha interna é ligada à parte externa por uma corrente de metal condutora. Ligada a um Gerador de Van der Graaf ou outro gerador eletrostático ela se carrega com alta tensão. Conforme mostra a figura, ao se ligar a extremidade de um condutor numa das armaduras e aproximar a outras extremidades do terminal da outra armadura ocorre a descarga com a produção de uma faísca eléctrica. A Garrafa de Leyden foi descoberta também quase que ao mesmo tempo pelo alemão Von Kleist da Pomerânia e por Peter Von Mushenbrock, professor da Universidade de Leyden (Holanda) assim como Cunaeus na Alemanha em 1745. Os capacitores atuais têm diferentes tipos de armaduras e dieléctricos, mas seu princípio de funcionamento é o mesmo das antigas garrafas de Leyden (in: www.newtoncbraga.com.br/index.php/.../1366-garrafa-de-leyden.html).

Outro pesquisador, professor da Universidade da cidade Leyden, Holanda, também construiu um aparelho similar ao de Von Kleist e realizou pesquisas sobre o estranho fenómeno. Uma delas, com a garrafa carregada numa máquina electrostática, segurando-a numa mão, Musschenbronbroek colocou o dedo no prego e levou um tremendo choque. Repetindo a experiência com água no interior do vidro

(que aumenta a potência), o choque foi ainda maior. Baptizou o invento de *condensador* (que condensa, engrossa, ajunta, no caso, cargas eléctricas), o primeiro *capacitor* da electricidade. Von Kleist não conseguiu explicar os fenómenos observados, e nem teve o cuidado de publicar suas experiências, enviando apenas algumas observações sobre a descoberta a um amigo que residia em Berlin. Entretanto, Musschenbronbroek não agiu assim, pois não somente explicou o fenómeno, como publicou o trabalho na Academia de Ciência Francesa, razão do mérito científico recair praticamente sobre o professor holandês. Esse condensador primitivo realizou o desejo dos electricistas que por muito tempo conseguiram produzir cargas eléctricas, mas não sabiam como acumular o fluido eléctrico.

Procurando realizar experiências com a eletrificação da água, encheu uma garrafa de vidro com o líquido, tampando-a com uma rolha atravessada por um prego metálico. Em seguida, apoiou o prego contra o pólo de sua máquina elétrica, e, interrompendo o contacto, aproximou o prego de um objeto qualquer; uma faísca extremamente forte explodiu. Quando, em vez de objeto, aproximou a mão do prego, sentiu um choque de grande violência (ABRAMO, 1972, p. 250).

Nesse novo clima, a partir de 1720, um grande personagem da história da electricidade aparece nos cenários científicos, o inglês Stephen Gray (1666-1736). A solidez e a confiabilidade científica dos trabalhos de Stephen Gray fazem a electricidade dar um grande e decisivo passo rumo à ascensão científica e ao reconhecimento da ciência. Gray, que já se ocupara antes da astronomia, a exemplo do estudo das manchas solares⁴⁹ e dos eclipses solares, veio a se interessar também pela questão eléctrica, levando adiante os estudos científicos em electricidade de Otto Von Guericke. Stephen descobriu a *polaridade* (havida depois como *positiva* e *negativa*) e a *condutividade eléctrica*. É dele também a importantíssima classificação dos materiais eléctricos em *condutores* e *não condutores* (“isolantes” ou “dieléctricos”). São isolantes: borracha, madeira, porcelana, seda, mica, vidro, algodão, etc. Os metais, tais como o cobre, ouro, prata, zinco, níquel, platina, mercúrio, ferro, etc. são os melhores *condutores*⁵⁰ existentes na natureza. A água, por suas características electronegativas de ametal, é uma grande excepção. Quando *pura* (sem misturas), água-destilada, é um mal condutor (isolante). Se misturada a elementos (solutos), converte-se em boa condutora de electricidade.

Stephen Gray lutou com muitas dificuldades na vida, contrário de outros, ricos e bem situados socialmente. A carência económica impediu-o de fazer estudos mais sólidos ou superiores, e um acidente deixou-lhe paralisado, mas que ao invés de aposentar-se passou a se dedicar ainda mais às experiências e descobertas que mudaram o rumo da electricidade no século XVII e XVIII. Um desafio enfrentado por biógrafos, filósofos, historiadores e demais estudiosos da vida e do trabalho de Stephen Gray, resulta no facto de que, mesmo tendo submetido seus estudos e pesquisas eléctricas rigorosamente dentro do método científico, ele não se preocupava em propor explicações científicas

⁴⁹ O artigo do registo dessa de Stephen Gray foi recusado à publicação pela *Royal Society* durante a presidência de Newton, porque um dos protectores de Gray era um de seus inimigos.

⁵⁰ Porém, a condutividade é variável, pois depende da “*resistividade eléctrica*” (resistência, medida em ohms – “ Ω ”), que o material apresenta à passagem de electrões. O ouro, a prata, o cobre, o zinco e o mercúrio, por exemplo, apresentam, respectivamente, *resistividade* de 0,0240, 0,0162, 0,0169, 0,059, 0,960 ohm metro (Ω m).

para a mesma⁵¹. Todavia, pela complexidade do assunto não é de se estranhar tal atitude, comportamento compartilhado por outros pesquisadores dos fenômenos da electricidade. A principal explicação para este agir é porque, tanto no final de século XVII (período áureo das pesquisas de Gray), em todo o século XVIII e boa parte do XIX, nada se sabia a respeito da constituição íntima da matéria. Esta realidade vinha tanto por parte da química quanto da física, principalmente no que tange às moléculas ou átomos, intimidade físico-química onde os fenômenos da electricidade acontecem.

Um ponto que chama a atenção é que nos parece que o objetivo de Gray era fazer experimentos e verificar o comportamento elétrico dos corpos. Não se preocupou muito em propor explicações para os fenômenos encontrados e descritos por ele. Nos seus textos, encontramos apenas uma tentativa de explicação sobre o fenômeno da atração e repulsão dos corpos leves, a qual se refere à emissão e reflexão de eflúvios pelos corpos. Contudo, ele próprio questiona a ideia e diz que deixará a explicação “à consideração dos doutos” [...] Uma possível explicação para esse comportamento de Gray é que ele estava imerso em alguma tradição ou corrente filosófica que estivesse mais ligada à descrição dos fenômenos. Contudo, ele não deixa isso explícito, mas parece conduzir seu trabalho de acordo com alguns preceitos oriundos dessa tradição (BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012, 34-35 pp.).

Outro personagem ilustre da história da electricidade foi o norte-americano Benjamim Franklin (1706-1790). O ilustre norte-americano teve vida agitada e multifuncional, pois foi cientista, político, jornalista, fabricante de velas, comerciante, escritor, inventor, gráfico, militar, polidor de lentes (óptico) e historiador. A fama de Franklin deve-se à descoberta do para-raios (mérito que o Abade Nollet reivindicou energicamente para si, por ter chegado as mesmas conclusões, mas sem ter conseguido a celebridade do rival) e pela grande simpatia que os franceses tinham por ele, pela coragem de afrontar a maior nação da época, inimiga da França, a Inglaterra. Um dos destaques do trabalho elétrico de Benjamin Franklin foi a explicação do funcionamento do condensador, inventado, como já discorrido, por Von Kleist. “Experiências subsequentes mostraram que a fásca emitida era tanto maior quanto mais fino fosse o vidro” (RONAN, 2001, p. 118) da máquina eléctrica (de acordo com o modelo inicialmente criado por Hauksbee) usada para carregar a garrafa. Apesar de constituir-se num facto de alta significância, trazia grandes problemas e desafios aos cientistas, à época designados como “filósofos da natureza”, que trabalhavam com a electricidade (1760), principalmente quanto ao funcionamento, “carga e descarga”, das garrafas de Leyden.

⁵¹ A tendência de não se preocupar com explicações científicas para a electricidade irá mudar a partir do decénio 1760-1770, quando os pesquisadores buscarão enquadrar os fenômenos eléctricos nos cânones da ciência física moderna, conformando-a de acordo com as leis de Newton. Isto “tornou-se claro, devido ao trabalho experimental e Franklin, do químico Joseph Priestley e do excêntrico milionário experimentador Henry Cavendish, que a força de atração ou repulsão entre cargas eléctricas variava tal como a gravidade, de acordo com o quadrado da distância entre elas” (RONAN, 2001, p. 119).

Era um facto significativo, pois simplesmente não podia ser explicado pela teoria das duas espécies de electricidades, e abriu caminho para a teoria do cientista americano Benjamin Franklin, que foi capaz de explicar a ação da garrafa de Leyden através da teoria de um único fluido⁵². Não obstante, uma teoria de dois fluidos modificada deveria voltar a ocupar a mente de cientistas por algum tempo, embora só tenha sido aceita por uns poucos pesquisadores (RONAN, 2001, p. 118).

Se hoje temos Franklin como exemplo de trabalho, perseverança, amor à pátria, luta, no entanto, Benjamin Franklin foi um autêntico representante do liberalismo e da ciência iluminista fora da Europa. O Iluminismo, filosofia que efervescia, sobremaneira no século XVIII, ao recusar o dogmatismo, criticar velhas práticas sociais e políticas (absolutismo), privilegiar a razão, a ciência e a tecnologia, transformou profundamente a sociedade, a ciência e a técnica. Percebe-se o Iluminismo no trabalho científico de Franklin pelo metódico estudo e análise empregados, observação acurada e rigor experimental.

Franklin elaborava suas teorias, modificando-as a cada novo resultado: evitava especulações meramente teóricas e exaustivas. E, mais, interessava-se apenas por resultados com algum interesse prático. Não distinguia entre “pesquisa pura” e “pesquisa aplicada”, mas costumava fundi-las sob o título único de “pesquisa eficaz”. Seu objetivo era colocar a ciência – que definia como instrumento indispensável da razão - a serviço de todo mundo: “Podemos tornar os tempos melhores, se nos esforçarmos para isso” (ANTUNES; FONSECA, 1973, p. 181).

O interesse de Franklin pela electricidade decorreu do sucesso que a máquina eléctrica de Otto Von Guericke ou da aperfeiçoada por Hauksbee suscitavam no velho mundo. Por outro lado, além da máquina eléctrica outra sensação na Europa ligada à electricidade estática que chamara sua atenção foi a garrafa de Leyden, o primeiro dispositivo eficientemente desenvolvido para acumular esse tipo de electricidade. Entretanto, o que levou Benjamin Franklin a pensar que os raios eléctricos desferidos nas tempestades atmosféricas fossem semelhantes às descargas eléctricas da garrafa de Leyden e da máquina eléctrica? Ao observar as faíscas e os ruídos emitidos que saíam quando se tocava no condutor da garrafa de Leyden, Franklin percebeu algumas semelhanças, em proporções muito menores, com os raios (idem, 1973)⁵³. Para provar sua tese idealizou a famosa experiência de empinar uma pipa (ou papagaio) durante uma tempestade. Ao tocar uma chave previamente amarrada na linha

⁵²As cargas acumuladas no interior da garrafa atraíam cargas de igual sinal do meio ambiente, quando não ligada a terra, à mão do operador ou noutro local carregado electricamente. Quando o número de cargas internas e externas (que Franklin denominou de *positivas*, com excesso de cargas, e *negativas*, com falta de cargas eléctricas) equivalia-se, estabelecia-se um equilíbrio entre os dois sistemas, carregando, pois, a garrafa de Leyden de electricidade.

⁵³ Franklin provava a semelhança da electricidade criada artificialmente pelo homem com o raio eléctrico na famosa “experiência do papagaio de seda”, supostamente empinado num dia chuvoso e com raios, apresentada à Royal Society em 1752. Ao tocar numa chave amarrada na linha constatou que ela estava carregada de cargas eléctricas e emitia pequenas faíscas e estalidos semelhantes aos encontrados na máquina electrostática. Esta temerária experiência provavelmente nunca aconteceu, e não passa de lenda.

da pipa verificou que ela estava carregada electricamente, ao verificar faíscas semelhantes à da garrafa de Leyden.⁵⁴

Em 1747, Franklin já havia descoberto que uma garrafa de Leiden era descarregada mais facilmente, produzindo faíscas mais visíveis, quando dela se aproximava um objeto pontiagudo. Esse fenômeno o fez mais tarde cogitar que uma haste metálica pontiaguda poderia ser usada para atrair a eletricidade do céu, forçando os raios a caírem em locais previamente determinados. Pode-se dizer que essa invenção, o pára-raios, foi a primeira, no campo da eletricidade, a se tornar de uso coletivo (FERRACINI.2, 1996, p. 11).

Outro notável e genial filósofo natural devotado à física e a electricidade foi um britânico, Charles Henry Cavendish (1731-1810). Opostamente a Gray, Cavendish era um lorde e muito rico. Sua condição social e financeira proporcionou-lhe uma vida tranquila, estudo e prestígio, que o permitia dedicar-se com folga à ciência. Era silencioso, reservado, discreto, muito tímido, solitário, excêntrico e misantropo (gostava de viver afastado do mundo e das pessoas), o que dificulta saber mais sobre sua pessoa, conduta, modo de vida, mesmo das pesquisas científicas. Bom exemplo é a descoberta da *resistência eléctrica*, atribuída a G. Ohm. Ao que tudo indica, Cavendish desenvolveu ou chegara muito perto do conceito e dos cálculos desta importante propriedade eléctrica. A explicação é porque alguns de seus trabalhos eléctricos ficaram sem publicação. Consequentemente, parte dos experimentos eléctricos de Lorde Cavendish somente se tornaram conhecidos por intermédio das pesquisas de um extraordinário pesquisador britânico, James Clerck Maxwell (1831-1879)⁵⁵, em pleno século XIX, o que leva a suspeitar que outras pesquisas possam ter desaparecido. Cavendish foi o primeiro a falar em “cargas eléctricas” e de “intensidade do fluido eléctrico” (a “diferença de potencial”, conhecida hoje como *voltagem*), essas descobertas surgiram da pesquisa da “picada do peixe tremelga” (“treme-treme”) e a relação dela com as garrafas de Leyden. O físico e químico inglês correspondia com outros electricistas da época, Coulomb, por exemplo, “o descobridor das cargas eléctricas”, que além de trocar ideias, como se verá mais adiante, serviu-se também da *balança de torção*, aperfeiçoado por Cavendish, instrumento de grande serventia científica, para registrar medidas em cargas eléctricas.

⁵⁴ Franklin pensava em duas electricidades, *positiva*, com excesso de carga eléctrica, e *negativa*, carente de carga. O termo “positivo” e “negativo” permanece até hoje, mas com correcções, pois é o polo *positivo* que tem *carência* eléctrica e não o *negativo*, que, ao contrário de que pensava o filósofo natural americano, há *excesso* de carga eléctrica.

⁵⁵ Maxwell nasceu em Edimburgo, Escócia, berço fecundo e generoso de grandes pensadores, pesquisadores, artistas, técnicos, médicos, políticos, literatos, enfim, sábios, que elevaram o nome da Grã-Bretanha.

was a British natural philosopher, scientist, and an important experimental and theoretical chemist and physicist. Cavendish is noted for his discovery of hydrogen or what he called "inflammable air". He described the density of inflammable air, which formed water on combustion, in a 1766 paper "On Factitious Airs". Antoine Lavoisier later reproduced Cavendish's experiment and gave the element its name. [...] Cavendish was nonetheless distinguished for great accuracy and precision in his researches into the composition of atmospheric air, the properties of different gases, the synthesis of water, the law governing electrical attraction and repulsion, a mechanical theory of heat, and calculations of the density[and hence the mass] of the Earth. His experiment to measure the density of the Earth has come to be known as the Cavendish experiment. [...] In 1771 he published an early version of his theory, based on an expansive electrical fluid that exerted pressure. He demonstrated that if the intensity of electric force was inversely proportional to distance, then the electric fluid in (en.wikipedia.org/wiki/Henry_Cavendish, 2014, 1-3 pp.).

Henry Cavendish foi um autêntico “cientista moderno”, e muito contribuiu para o crescimento da ciência moderna, e não será surpresa se de repente depararmos com contribuições inéditas do mesmo. Antes de dedicar-se à electricidade já havia se destacado com outros trabalhos em química, física e astronomia que enriqueceram a ciência do século dezoito. Cientificamente Cavendish foi brilhante e eclético, tendo dedicado sólidos estudos tanto em física quanto em química (considerado, por exemplo, como um dos importantes “químicos pneumáticos” do século XVIII), ramo que também foi talentoso pesquisador, mas se ocupava também da mecânica, óptica, magnetismo, etc. Como químico isolou o *hidrogénio* (H₂), denominado de “ar inflamável”, e determinou pela primeira vez a natureza simples desse gás. As contribuições do filósofo natural para a química foram significativas. Descobriu as propriedades do *anídrico carbónico* (CO₂), mais conhecido como gás carbónico (nome dito comercial). O gás carbónico é um dos metabólitos das combustões ocorrentes na natureza e dentro do corpo dos seres vivos, animais, vegetais, fungos (protistas), resultado da respiração celular⁵⁶ no interior das organelas e nos corpos celulares simples das bactérias e algas azuis (*cianofíceas*)⁵⁷.

⁵⁶ A estrutura geométrica das moléculas do dióxido de carbono é linear (O=C=O), de carácter apolar, tornando as atracções intermoleculares muito fracas, razão pela qual de se apresentar em ambientais normais, como um gás.

⁵⁷ Na verdade, não se trata de algas, mas de bactérias fotossintéticas do filo *Cyanophita*, pois são capazes de produzir seu próprio alimento, como os vegetais autotróficos. As cianofíceas têm células simples, sem núcleo organizado, seres microscópicos *procariontes*, com “núcleo primitivo”, enquanto as algas são organismos *eucariotas* (“núcleo verdadeiro”).

Although others, such as Robert Boyle, had prepared hydrogen gas earlier, Cavendish is usually given the credit for recognizing its elemental nature. Also, by dissolving alkalis in acids, Cavendish made "fixed air" [carbon dioxide], which he collected, along with other gases, in bottles inverted over water or mercury. He then measured their solubility in water and their specific gravity and noted their combustibility. Cavendish was awarded the Royal Society's Copley Medal for this paper. Gas chemistry was of increasing importance in the latter half of the 18th century and became crucial for Frenchman Antoine-Laurent Lavoisier's reform of chemistry, generally known as the chemical revolution (idem, 2014, p. 2).

A curiosidade e a capacidade de Cavendish em desenvolver rigorosamente trabalhos científicos levou-o a realizar pesquisas com o "peixe tremelga", uma espécie de arraia eléctrica, conhecida também como "peixe-torpedo". Este trabalho levou-o ao encontro da electricidade. A tremelga é uma espécie de arraia, um tipo de peixe cartilaginoso da família dos *Torpedinae*, de aproximadamente 60 cm de comprimento, originário de Galápagos, podendo ser encontrado também em regiões europeias, a exemplo da costa portuguesa. Logo que chegou à Europa do século XVIII, o estranho peixe provocou grande frenesi na comunidade científica, pois "sua 'picada' era capaz de derrubar um homem". Com experiências bem planeadas e rigorosamente dentro do método científico, Cavendish provou, com ajuda da técnica da garrafa de Leyden, que a "picada do peixe piloto" era na verdade uma descarga eléctrica semelhante ao desferido citado, pela descarga da garrafa de Leyden.

O trabalho com o peixe-torpedo estimulou uma grande discussão e dividiu a opinião dos pesquisadores da electricidade. Um grupo de *filósofos da natureza*⁵⁸ pensava que electricidade era uma só, puramente física, e podia ser encontrada na natureza, como as faíscas desferidas pelas máquinas eléctricas, choque da garrafa de Leyden e os raios eléctricos. Outro grupo pensava na existência de outro tipo de electricidade que podia ser encontrada somente nos animais, como o tremelga e os demais peixes eléctricos.

⁵⁸ O vocábulo "cientista" refere-se à pessoa que se ocupa de assuntos de ciência, termo diametralmente oposto do que se entende hoje por *filósofo*. Esta palavra não existia na época, pois o termo apareceu apenas em 1833, com o padre britânico anglicano William Whewell, que era também hábil em cunhar termos novos. Da Grécia à Idade Moderna, a Filosofia compreendia todo o saber válido existente, teórico ou prático. Qualquer que fosse o saber ou ciência, das disciplinas ou ciências especulativas, objecto exclusivo da filosofia hodierna, metafísica/ontologia, gnosiologia, lógica, ética, estética, epistemologia, etc. e todo o campo das ciências linguísticas, matemáticas e a filosofia natural, a *ciência* como a entendemos hoje, eram todas disciplinas entronizadas na Ciência Mãe. Qualquer estudioso, aquele que utilizasse somente da razão para conduzir suas pesquisas humanas, ou naturais, físicas, químicas, médicas, etc., com o advento da ciência moderna no século XVII, eram denominados, ainda, conforme já referimos em parágrafos acima, de "filósofos naturais", não como "cientista", termo que não existia e só viria à existência, muito mais adiante. Uma prova incontestável é o título da obra em que Isaac Newton descreveu sua famosa doutrina física, "científica", teórica, matemática e experimental: *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural). Faraday, o extraordinário "electricista" (nome que se dava a quem se dedicava à electricidade, pesquisador ou artista de palco) nunca se nomeou cientista, mas "filósofo da natureza". Igualmente podemos dizer de Tales, William Gilbert, Alessandro Volta, Stephen Gray, Henry Cavendish, Georg Ohm, André M. Ampère, William Thomson, etc. "Historicamente, os cientistas eram chamados de filósofos naturalistas ou homens de ciência e eram homens de conhecimento devotados ao estudo sistemático da natureza. Ciência e filosofia eram basicamente sinónimos. William Whewell cunhou o termo cientista em 1833 para descrever um especialista no estudo da natureza, mas este termo não se tornou popular até a viragem do século 19. No século XX foi adoptada a noção moderna de ciência como um ramo especial da informação sobre o mundo, praticado por um grupo distinto e através de um método particular" (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cientista>, s/d., p. 1).

As discussões do fluido eléctrico animal levaram também a uma famosa alteração entre dois génios italianos, o médico Luigi Galvani e o físico Alessandro Volta, o que provocou uma inesperada e positiva reviravolta na história da electricidade. Tudo começou em 1780 quando Luigi Galvani (1737-1798), médico, físico, filósofo, teólogo, professor de anatomia e cirurgia da Universidade de Bolonha, descobre que as pernas de um sapo⁵⁹ morto, utilizado para ilustrar suas aulas, deitado sobre uma placa metálica, tocadas acidentalmente com um bisturi por um aluno desatento, sofreram uma inesperada contração. Foi relatado também que ao mesmo tempo em que a perna da rã contraía-se, uma faísca saía de uma máquina eléctrica próxima. Influenciado provavelmente pelas experiências de Cavendish e de outros pesquisadores da *electricidade animal*, Galvani explicou a contração das pernas dos batráquios como resultado da electricidade animal que ainda existia no corpo do animal, o que levou a uma nova série de discussões que podem ser resumidas em três questões: “O fluido galvânico é de natureza eléctrica, ou não? O fluido galvânico se origina dentro do animal, ou fora dele? O fluido galvânico é idêntico ao fluido nervoso, ou apenas um estímulo para este?” (MARTINS, 2014, p. 3, in: <http://www.ghhc.usp.br/server/relat-rm/volta-puc.htm>). Do equívoco de Galvani nasceram a “corrente eléctrica em movimento” e a *bioelectricidade*, com ela um novo paradigma em neurofisiologia. Mas Giovanni Galvani não foi o primeiro a pensar num *fluido nervoso*, pois esta ideia já era conhecida, coube-lhe o mérito de associar o fluido eléctrico das rãs com a electricidade, e não um impulso assemelhado, mas não eléctrico, dos animais. E se formos mais fundo à questão veremos que até mesmo a ideia da bioelectricidade era genuinamente original.

Giambattista Beccaria, em meados do século 18, já defendia a ideia de que a electricidade desempenhava um importante papel no funcionamento dos seres vivos. A produção de contrações musculares através de descargas eléctricas era também conhecida antes dos experimentos de Galvani. Na década de 1750, Giuseppe Veratti e sua esposa Laura Bassi já haviam estudado o efeito da electricidade em rãs (BRESADOLA, 1999, p. 73). A ideia de uma “electricidade animal” era defendida por Pierre Bertholon e outros autores, em torno de 1780, como explicação para a contração muscular nos animais e no homem (Hoff, 1936; Walker, 1937, in MARTINS, 2014, p. 2).

Com estudos científicos minuciosos, que demoraram mais alguns anos, Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827), autodidacta, professor de física da Universidade de Pavia⁶⁰, descobre que a explicação de Galvani não procedia, e atribuiu o fenómeno à descarga eléctrica. Para o filósofo natural Alessandro Volta os músculos dos batráquios contraíam-se por causa de uma reacção química quando dois metais diferentes entram em contacto com alguma solução acida. Sem qualquer margem para questionamento, Volta demonstra a “inexistência da *electricidade exclusivamente animal*” do bolonhês. A descoberta de que o “contacto entre metais diferentes” era a causa da “contração muscular das rãs”, por induzir-lhes, via humor acidificado (fluidos corporais das rãs), uma *corrente*

⁵⁹ Sapo é o nome genérico dos anfíbios anuros, que antes de atingirem a vida adulta passam um tempo na água (girino).

⁶⁰ Geograficamente Galvani e Volta viviam no mesmo país, a Itália, no entanto, politicamente, Bolonha e Pavia pertenciam a dois impérios diferentes e inimigos, o Império Austro-húngaro, grande centro de cultura moderna-iluminista, e o Império francês, de Napoleão Bonaparte, o núcleo da burguesia liberal e revolucionária.

(“circulação”) *eléctrica*, levou-o à criação da famosa e revolucionária “Pilha Eléctrica”, ponto inicial da Física Eléctrica. A pilha era composta por fileiras de discos de zinco e cobre, sobrepostos uns aos outros, alternadamente, mas separados por fileiras de discos de feltro embebidos em ácido sulfúrico. A primeira camada começava pelo zinco (*polo negativo*) e terminava com o cobre (*polo positivo*). Em cada um dos polos da pilha Volta ligou um fio eléctrico, e a corrente eléctrica era produzida quando o circuito era fechado (conectando os fios entre si, à água, etc.). Volta criou vários tipos e modelos diferentes de pilha, inclusive em associação (baterias eléctricas), para aumentar a carga eléctrica. Ao se conectar um polo, a outro por intermédio de um fio metálico, uma diferença de potencial era produzida, fazendo circular uma corrente eléctrica (normalmente de 1, 2 V ou 1,5 V).

Apoiado nessa reinterpretação das experiências de Galvani [o que deu início a uma longa e ferrenha polémica], Volta elaborou, na última década do século 18, uma nova teoria da eletricidade de contato. E em 1795 enunciou a lei segundo a qual, toda vez que dois condutores heterogêneos entram em contato um com o outro e com mais um condutor líquido, se verifica uma corrente eléctrica.

Depois, em 1796, demonstrou que o simples contato de metais diferentes produzia cargas iguais e opostas sobre os próprios metais, visíveis e controláveis através do eletroscópio. Essa foi a primeira, e também conclusiva, prova da identidade entre os dois tipos de eletricidade que os físicos da época teimavam em defender, a eletricidade animal ou galvânica e a eletricidade por esfregação ou artificial (GAROZZO, 1995, p. 132, 133).

A invenção da pilha eléctrica provocou uma e surpreendente revolução, não somente na ciência da electricidade, mas em toda a ciência moderna, e rapidamente desperta o interesse da comunidade científica ao fim do século dezoito e início do século dezanove.

A notícia da invenção da pilha por Volta espalhou-se rapidamente na Europa ocidental. Bonaparte, então primeiro cônsul, convidou para ir a Paris o físico de Como, que repetiu a experiência em sua presença no Instituto de França, em 18 de novembro de 1890. [...] A principal consequência da invenção de Volta foi, no mesmo ano, a descoberta dos componentes da água pelos químicos ingleses Carlisle e Nicholson. Realizaram a primeira eletrólise, fazendo passar através da água uma corrente elétrica, naturalmente produzida por uma pilha de Volta. [...] A pilha destronou a máquina eletrostática. Desde então, todos os físicos a utilizaram como geradora de corrente em suas experiências. De laboratório em laboratório, a pilha foi sendo aperfeiçoada. Seus discos metálicos não mais foram empilhados, e sim justapostos horizontalmente em uma caixa de madeira e depois o líquido acidulado foi substituído por uma substância química sólida. Esse conjunto recebeu o nome de *pilha seca*. Dêses aperfeiçoamentos em série deveria nascer um aparelho chamado de *acumulador*, inventado em 1860 por Gaston Planté, capaz de armazenar a energia elétrica produzida por um gerador – naquela época por pilhas – e de restituí-la sob a forma de corrente (DEVAUX, s/d., p. 18).

Um dos filósofos naturais entusiasmados pela pilha elétrica foi Sir Humphry Davy (1778-1829), um grande químico, físico e inventor britânico do final de século XVIII e começo do XIX. Davy foi também um grande experimentalista, e seus trabalhos inauguraram um novo e fascinante capítulo na química, o que muito beneficiaria a electricidade, levando-a inclusive a uma vertiginosa evolução. A primeira grande aplicação prática da pilha elétrica foi a separação do oxigênio do hidrogênio, a passar uma corrente elétrica sobre a água. Ao passar uma corrente elétrica através do carbonato de potássio, Davy obteve potássio. Era membro e pesquisador efectivo da Academia de ciência britânica, sediada em Londres, o Royal Institution. Humphry foi o pesquisador que descobriu as virtudes fisiológicas provocadas por um gás que iria revolucionar a ciência médica, o *protóxido de azoto*, ou óxido nitroso, mais conhecido como “gás hilariante”, que tinha a propriedade de alterar o humor das pessoas, como o álcool, provocando riso, alegria, hilaridade, mas também anestesia. A pesquisa do óxido nitroso marcou para sempre o nome deste filósofo natural no rol da história da ciência moderna. Com a *pilha* de Volta, conhecida também como *bateria*, Davy fez grandes contribuições para a química, e o uso da electricidade por ele e outros pesquisadores chamou a atenção de outros sábios para a aplicação da pilha na investigação científica, em diversas áreas do saber humano, na indústria química (galvanoplastia: revestimento de uma fina camada metálica, depositada na superfície de outros tipos de metais, ouro, prata, alumínio, por exemplo, através da electrólise, ou passagem da electricidade pela água ou outra substância), na metalurgia (processo de produção e fundição do alumínio), na petroquímica, na medicina, etc.

Em 1800, Alessandro Volta apresentou a primeira pilha elétrica ou bateria. Davy usou esta bateria elétrica para separar sais em um processo hoje conhecido como eletrólise. Com muitas baterias em série ele foi capaz de separar o potássio e o sódio em 1807 e o cálcio, estrôncio, bário e magnésio em 1808. Também mostrou que o oxigênio não poderia ser obtido da substância conhecida como óxido-muriática ácida e provou ser a substância um elemento ao qual chamou de cloro. Também estudou as energias envolvidas na separação destes sais, que hoje constituem o campo da eletroquímica.

Em 1811, Sir Humphry Davy descobriu o Dióxido de Cloro, através do Clorato de Potássio acidificado com Ácido Sulfúrico, o gás resultante da reação era por ele chamado de "The green-yellow gas Chlorine" [O amarelo e esverdeado Gás Cloro].

Em 1812, recebeu o título nobiliárquico de *Knight* [cavaleiro], deu uma aula de despedida na Royal Institution [...] veio [também] a produzir a *lâmpada de Davy*, hoje usada por mineradores (https://pt.wikipedia.org/wiki/Humphry_Davy, 2005, p. 1).

Com o trabalho de Humphry Davy⁶¹, posteriormente reforçado por seu ex-assessor de laboratório no Royal Institution, Michael Faraday, e outros brilhantes pesquisadores, John Dalton (1766-1844), Joseph Gay-Lussac (1778-1850), Amadeo Avogadro (1776-1856), Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), etc. A história da química moderna pós-Lavoisier mudaria radicalmente, consolidando-se, epistemológica e metodologicamente, como uma autêntica ciência moderna independente da física. O resultado positivo dos trabalhos químicos de Davy só foi possível com a técnica da pilha voltaica. Davy descobriu que a electricidade gerada no seu interior da pilha elétrica era um processo eletroquímico (Ronan, 2001). Ao distinguir e relacionar os fenômenos químicos dos elétricos, Davy deu o primeiro passo para a explicação do funcionamento elétrico. Arguto químico e físico que era, o estudo sistemático e consistente dos fenômenos elétricos, levaram Davy à conclusão que as transformações químicas e elétricas tinham a ver com a fenômenos conceitualmente distintos, porém, eram provocados pela de força de atracção e repulsão de cargas elétricas. Humphry Davy,

⁶¹ Da mesma forma que Volta e Faraday, Humphry Davy foi um grande autodidacta. Ao contrário de Volta que nascera de um ramo familiar ilustre, provinha de uma humilde, tal como Faraday. O pai era um carpinteiro, o que não o impediu, porém, de se destacar como um dos líderes do movimento reformador da Química iniciado pelo químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), mesmo se posicionando criticamente a algumas ideias básicas do "pai da química moderna". Uma grande capacidade de observação e perícia na prática experimental foram as grandes chaves do sucesso no mundo da ciência. O interesse químico nasceu quando trabalhava numa indústria farmacêutica, em Penzance em Cornwall, Reino Unido, mas poesia, filosofia, teologia, línguas e outras ciências também o cativavam.

para decompor todas as espécies de soluções, técnica que o levou a descobrir que as substâncias alcalinas são, todas, compostos. [...] Davy não só usou a pilha elétrica como ferramenta de pesquisa, como ficou intrigado com o que acontecia quimicamente dentro dela. [...] notou que nenhuma energia elétrica era gerada se a água estivesse pura, mas apenas quando contivesse uma substância que a tornasse capaz de adicionar oxigênio ao zinco (isto é, oxidação). Isso tornou claro que a eletricidade podia ser gerada por um processo puramente químico, e pesquisas posteriores, usando placas feitas de outros metais em suas baterias, levaram-no à conclusão de que ‘as atrações químicas e elétricas são produzidas pela mesma causa’. Em outras palavras, a afinidade química de uma substância por outra é semelhante à atração elétrica entre corpos. [...] Faraday [...] conseguiu em seguida estabelecer as leis de ação química e elétrica dentro de uma bateria. [...] “Os átomos na matéria”, escreveu, “são dotados ou associados com poderes elétricos, aos quais devem suas mais notáveis qualidades, dentre as quais a afinidade química” (RONAN, 2001, 41-42 pp., vol. IV).

Quando Humphry e outros pesquisadores de diversas nacionalidades fizeram passar uma corrente elétrica através de solventes, a começar pela água, e solutos variados, fenômeno posteriormente denominado de *electrólise*, surge uma nova e revolucionária ciência, a *Electroquímica*. A técnica da *electrólise* foi imediatamente aplicada em diversos ramos da ciência: química, física, biologia, medicina, bioquímica, medicina legal, química industrial, petroquímica, mineralogia, paleontologia e siderurgia. Do consórcio com a *electroquímica* nasceria a química industrial, ciência que teve papel crucial na expansão da indústria e consequentemente no surgimento da Segunda Revolução Industrial. A indústria, a seu turno, associou-se, não somente à eletricidade, mas a física e a química, e a outras ciências e técnicas, o que descortinou um “admirável mundo novo”, com muitas coisas boas, mas também com muitos problemas e contradições. Humphry Davy teve participação directa no surgimento de uma nova era para a humanidade, o que gravou para sempre o seu nome no luminoso livro da ciência e da civilização humana.

Considerado um dos maiores cientistas britânicos, Davy ficou conhecido por suas impressionantes aulas públicas, entre elas a demonstração dos efeitos do gás hilariante⁶². Em 1801, aos 22 anos, foi nomeado diretor do laboratório do recém-inaugurado Instituto Real de Londres, onde começou a trabalhar com eletroquímica.

Foi lá que descobriu os princípios por trás do que abaria se transformando na lâmpada de arco voltaico. [...] Por mais espetaculares que fosse, em certos aspectos, as descobertas de Day foram prematuras. A própria bateria era algo novo para a ciência, sendo que a primeira delas havia sido demonstrada poucos anos antes pelo inventor Alessandro Volta. Davy teve de usar duas mil baterias para criar sua lâmpada. Por conta da indisponibilidade de eletricidade, somente na década de 1870 a lâmpada de arco voltaico foi usada para a iluminação (CHALLOPER, 2001, p. 260).

Um dos cientistas a selar a ligação da electricidade com a física clássica de Newton, além de ter avançado definitivamente a electricidade para a fase de “quantificação”, foi o físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806). Engenheiro militar pela “École Génie”⁶³, de profissão, antes de dedicar-se à electricidade serviu ao exército francês como oficial de artilharia e de engenharia. A actividade militar impôs-lhe muitas dificuldades e sacrifícios, que o obrigava a realizar muitas viagens a serviço do governo francês. Em 1764 a 1772 serviu nas Índias Ocidentais, colônia da América do Sul (Guiana Francesa, entre a Venezuela e o Brasil), para supervisionar a construção do “Fort Bourbon”, em Martinique. Neste local Coulomb fez muitos experimentos importantes em mecânica de estruturas e atrito de máquinas (uma de suas grandes habilidades e competência). Mas o clima e as limitações suportadas na província abalaram-lhe a saúde, o que o obrigou a retornar a Paris, abandonar a carreira militar e dedicar-se inteiramente às experimentações científicas, escrever relevantes trabalhos de mecânica aplicada, e a trabalhar com afinco com a electricidade, em plena expansão na época.

⁶² O gás hilariante foi descoberto em 1772 por Joseph Priestley, mas foi Humphry Davy quem ampliou suas pesquisas, iniciadas em 1798, quando trabalhava na Instituição *Pneumatic Thomas Beddoes*. O óxido nitroso, ao mesmo tempo em que trouxe mais visibilidade pública a Davy, foi-lhe também trágico, pois, devido ao uso excessivo, acabou por viciá-lo. Davy usava o gás hilariante, conforme costumava falar, porque “ele lhe proporcionava os mesmos efeitos do álcool, mas sem os seus inconvenientes”. A morte precoce do filósofo natural deu-se provavelmente pela toxicidade do gás, desconhecida naquele tempo, como o de danificar células cerebrais. Davy descobriu também as propriedades anestésicas do gás em 1799. Nota nossa.

⁶³ Centenária escola militar francesa encarregada da formação de oficiais engenheiros, artilheiros e técnicos militares. Localizada na cidade de Angers, França, é pertença do *Ministère Français de la Défense et d'autres pays*.

Engenheiro de formação, Coulomb foi principalmente físico. Publicou 7 tratados sobre eletricidade e magnetismo, e outros sobre torção, atrito entre sólidos, etc. Experimentador genial e rigoroso, realizou uma experiência histórica com uma balança de torção para determinar a força exercida entre duas cargas elétricas [Lei de Coulomb]. [...] Coulomb nasceu em uma família abastada, filho de Henri Coulomb e Catherine Bajet. Sua família tinha se mudado para Paris, e lá Coulomb estudou no prestigiado Collège des Quatre-Nations. O curso de matemática, ministrado por Pierre Charles Le Monnier, motivou Coulomb a seguir a carreira matemática (http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Augustin_de_Coulomb, 2014, p. 1).

Coulomb foi um homem versátil, pois, além da electricidade, conseguiu sucesso em várias outras actividades na vida. Nos últimos quatro de vida assumiu o cargo de “inspetor geral do ensino público francês”, “e teve um papel importante no sistema educativo da época” (idem, 2014, p. 1). O estudo de Coulomb sobre o atrito (“Teoria das máquinas simples”) valeu-lhe o “Grande Prémio da Academia das Ciências” e o convite para se tornar professor de mecânica da academia, profissão que dedicou até sua morte. A grande contribuição de Coulomb à electricidade reside no facto de desenvolver conhecimento e técnica responsável pelo cálculo das cargas eléctricas (“quantificação do comportamento da carga eléctrica”⁶⁴). Deste trabalho nasceu a famosa “lei de coulomb”⁶⁵, nome concedido em sua homenagem. Para medir as cargas eléctricas, Ohm adaptou a “balança de torção” de Henry Cavendish, que por sua vez também não é invenção original de Cavendish, conforme citação abaixo. Coulomb era amigo de Cavendish, com o qual trocava diversas missivas, principalmente de natureza técnico-científico. Numa dessas, recebeu do nobre inglês a ajuda necessária para a adaptação da balança de torção na medição das cargas eléctricas. Deste modo, mesmo tendo recebido praticamente todo o mérito histórico, Coulomb, não foi o primeiro electricista a “medir as cargas eléctricas”, pois outros o fizeram antes dele, embora sem a sua precisão, a exemplo de Cavendish e de Joseph Priestley. Isto vem reforçar a tese da “não linearidade histórica”, da ciência em geral e da ciência da electricidade em particular.

A **balança de torção**, inventada por John Michel, esteve presente em muitos dos maiores progressos da física, é um aparelho capaz de medir torques muito fracos. Permitiu à Cavendish e à Coulomb, por volta do século XVIII, medir a força exercida entre cargas eléctricas, magnetismo e a gravitação. [...] possui duas barras horizontais. A primeira, fixa, sustenta nas suas extremidades duas grandes esferas metálicas, enquanto a outra, com duas pequenas esferas em cada ponta, é rotacionado sob o efeito da força estudada. Conhecer o ângulo entre as duas barras permite medir a intensidade da força estuda (pt.wikipedia.org/wiki/Balança_de_torção, s/d., p. 1).

⁶⁴ Enunciado dedicado na parte reservada a Coulomb, à exposição da História da Electricidade do Museu da Electricidade, Lisboa, Portugal.

⁶⁵ A lei de Coulomb, descoberta em 1800 por Charles Augustin Coulomb, diz que a força entre dois polos carregados electricamente é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles e diretamente proporcional às suas magnitudes.

A confirmação matemática e laboratorial dos efeitos físicos da electricidade através da medição das cargas eléctricas por Coulomb trouxe grande avanço científico, e ajudou a livrar a electricidade de um inconveniente secular, o de ser interpretada dentro de códigos metafísicos e também de ser confundida com fenómenos e práticas sobrenaturais. A medição das cargas eléctricas provou que o fenómeno eléctrico era genuinamente natural, físico, e matematicamente comprovável, além de enquadrado dentro das leis da mecânica de Newton. O avanço eléctrico provocado pela lei de Coulomb abre definitivamente o interesse das academias de ciências e das universidades da Europa e América do Norte para a electricidade. Verdade é, que um filósofo dinamarquês e professor de física da Universidade de Copenhaga, Hans-Christian Ørsted (1777-1851), viria outra valiosíssima descoberta científica da electricidade, a da ligação da electricidade com o magnetismo, ciência e técnica denominada de *electromagnetismo*.

Hans-Christian recebeu boa parte de sua educação em casa, com o pai, farmacêutico, Anders Sandøe Ørsted. Em 1793, juntamente com irmãos, dirigiu-se para a capital da Dinamarca, para dar sequência aos estudos e preparar-se para a Universidade. Formou-se em Filosofia pela Universidade de Copenhaga, mas dedicou-se à “Filosofia natural”⁶⁶, por influência de um físico que conhecera na Alemanha, Johann Wilhem Ritter, quando, em 1801, desfrutara de uma bolsa de estudos⁶⁷. Este encontro levou-o a escolher a carreira de professor e pesquisador de física e química na famosa Universidade de Copenhaga. Além da electricidade dedicou-se também à acústica. A descoberta do electromagnetismo surgiu no ano de 1813, acidentalmente, durante uma aula, quando um aluno afirmara-lhe ter visto uma bússola mover-se durante uma demonstração do efeito joule. Após confirmar o ocorrido, Oersted intui que haveria uma relação entre a electricidade e o magnetismo. Em 1819, seis anos após a constatação “acidental do aluno”, a ideia é confirmada laboratorialmente: toda vez que uma bússola é colocada próxima a uma corrente eléctrica a fluir através de um fio, a mesma sofria deflexão, desviando-se em sentido contrário, até se colocar num plano perpendicular à corrente aplicada. Ao se inverter a corrente, a agulha girava em 180º graus, mas no outro sentido, efeito conhecido hoje como “efeito de Oersted”.

⁶⁶ No contexto histórico, apesar da astronomia, física, química, biologia, ciências pertencentes ao antigo corpo doutrinário filosófico, haverem iniciado o processo de separação e independência epistemológica, a *Philosophia* ainda era o “Saber geral de todas as coisas”, o que fazia da *Physiká* um sub-ramo da *Philosophiae naturalis*. A Teologia e a Matemática foram as duas primeiras ciências a se separarem definitivamente da *Ciência Mãe* na Idade Média.

⁶⁷ É lógico pensar que nem sempre as descobertas científicas são “filhas exclusivas do acaso” ou de “bons acidentes de percurso”. Epistemologicamente, o mérito deste sábio e de outros igualmente importantes para a humanidade, que contaram com a “mão do acaso”, não reside apenas na “constatação primária dos fenómenos”, mas por ter “perseverado na ideia”, pesquisado, experimentado, meditado, divulgado, publicado os resultados, e assim por diante.

À época desta descoberta, Ørsted não sugeriu nenhuma explicação satisfatória para o fenómeno, nem tentou representar o fenómeno numa estrutura matemática. No entanto, três meses mais tarde deu início a investigações mais intensivas. Pouco depois publicou as suas descobertas, provando que a corrente eléctrica produz um campo magnético à medida que flui através de um fio. A unidade CGS da indução magnética [Oersted] foi assim designada em honra dos seus contributos no campo do electromagnetismo http://pt.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_Ørsted, 2011, p. 2).

Antes de qualquer coisa, é preciso relembrar a importância da reflexão filosófica na crítica da historiografia científica, e chamar atenção para o perigo de se incorrer no erro da leitura linear e simplificada da historiografia da ciência. No episódio da descoberta do electromagnetismo, por exemplo, a historiografia eléctrica aponta mais que o acaso e um aluno desatento às aulas, tal como ocorrera com Galvani, para explicar as causas ou os motivos que levaram o físico da Dinamarca à descoberta da relação dos fenómenos eléctricos com os magnéticos. Observando atentamente a biografia de Oersted podemos entender que ele estava sensível ou predisposto à ideia. A relação da electricidade com o magnetismo era tese defendida pelo Professor Johann W. Ritter, que não somente incentivou Oersted a seguir a carreira académica de físico, como o fez também ciente do seu pensamento quando do estágio na Alemanha em 1801, mas se tratava apenas de uma possibilidade teórica, carente, portanto, de comprovação prática, experimental. A comprovação do acerto do mestre iniciou-se uma década depois, com a observação do aluno em 1813, mas que somente foram confirmadas através de análises e pesquisas laboratoriais bem posteriores, quase vinte anos após o encontro de Oersted com Ritter. Mas o que levou o sábio professor de Copenhaga demorar quase vinte anos desde o encontro com Ritter na Alemanha a comprovar, como reza a tradição histórica, a relação da electricidade com o magnetismo, ou de que a *corrente eléctrica* era capaz de criar *campos magnéticos*?⁶⁸ A resposta encontra-se na dificuldade de se conseguir uma fonte segura e confiável de energia eléctrica, e isso não é difícil de perceber, pois,

só depois da descoberta da pilha voltaica – que fornece uma fonte de corrente contínua – é que Oersted pôde obter bons resultados: em 1820 conseguiu provar os efeitos magnéticos da corrente eléctrica, mostrando que um fio metálico conduzindo corrente eléctrica provoca um desvio na direcção [deflexão] de uma agulha magnética (GALVÃO, 1972, 352).

A descoberta, no entanto, era surpreendente por um lado, e problemática por outro, pois contrariava a tendência comum da época em que os cientistas acreditavam haver uma relação direta dos fenómenos eléctricos com a lei da gravitação universal de Newton, cuja lei a matéria física parecia conformar-se. A tendência de enquadrar a electricidade nos princípios da mecânica newtoniana ficou praticamente estabelecida em 1787, apesar de que John Presley e Henry Cavendish tivessem também defendido tal tese, com os trabalhos de Charles Augustin Coulomb. O problema era porque os fenómenos

⁶⁸ Outra grande questão, pergunta ou inquirição filosófica da história da ciência/electricidade, é: Se Oersted não fosse alertado por Ritter sobre o electromagnetismo, daria ele atenção à observação de um simples aluno?

electromagnéticos não se enquadravam nessa relação. Em outras palavras, vale registrar, a bem de uma melhor compreensão histórica que a

A descoberta de Oersted provocou grande celeuma, abalando as imagens mecânicas da eletricidade, pois todas as forças até então conhecidas sempre agiam segundo a concepção de ação a distância da mecânica newtoniana – atuando segundo uma reta que une os dois corpos –, enquanto com a nova força tal não ocorreria.

Representando bem o pensamento científico dominante até então, empolgado com as concepções da mecânica newtoniana, o físico Von Helmholtz escrevia: [...] “o problema da ciência física material é referir os fenômenos naturais a forças atrativas e repulsivas cuja intensidade dependa apenas da distância. A solução deste problema é condição para a completa inteligibilidade da natureza” (idem, *ibidem*, p. 352, 353).

As descobertas do ilustre professor foram responsáveis por moldar a filosofia pós-kantiana e ajudou bastante o desenvolvimento da ciência do século XIX. Actualmente, não existe qualquer dúvida de que a electricidade e o magnetismo são aspectos de um mesmo fenómeno físico, interligados e inseparáveis. Oersted, por motivos filosóficos, no entanto, não havia o conhecimento de que dispomos hoje, molecular e atómico, por exemplo. Na época havia apenas a crença de que deveria existir uma relação entre electricidade e o magnetismo, mas mesmo assim esse entendimento também não era unânime entre os pesquisadores eléctricos, físicos ou químicos, o que reforça a tese dele já estar sensível à ideia do electromagnetismo.

Muitos pesquisadores viam no magnetismo e na eletricidade dois aspectos diferentes de um mesmo fenómeno. [...] Oersted descobriu, por acaso, a prova dessa verdade na Universidade de Copenhague, onde era titular da cadeira de Física. Naquela manhã de inverno de 1819, Oersted tinha a única intenção de demonstrar a seus alunos a potência calorífica da pilha de Volta, fazendo passar uma corrente por um fio de platina estendido entre os dois pólos de uma pilha. Havia uma bússola colocada, por acaso, perto do fio. Quando Oersted estabeleceu o contato a fim de levar o fio à incandescência, a agulha imantada desviou-se nitidamente, embora, estivesse montada dentro de um estojo hermeticamente fechado. Foi um aluno desatento à experiência propriamente dita que notou a reação da agulha e chamou a atenção do mestre para o fenómeno. Êste repetiu várias vezes a experiência que acabava de realizar acidentalmente, e a agulha imantada sempre se desviava com a passagem da corrente de um pólo ao outro da pilha. Assim demonstrou a ação magnética da corrente eléctrica, o professor analisou êsse fenómeno de desvio que os colegas estudam hoje com seus mestres de física (DEVAUX, s/d., p, 19).

A constatação que electricidade e magnetismo constituíam uma propriedade intrínseca à electricidade revolucionou novamente o mundo eléctrico, com tanta intensidade quanto o que ocorrera com a descoberta da electricidade dinâmica e a invenção pilha eléctrica por Alessandro Giuseppe A. Volta. Um contingente crescente de pesquisadores, físicos, químicos, engenheiros e inventores, a exemplo de Humphry Davy, André-Marie Ampère, Michael Faraday, William Thomson, Johann Schweigger⁶⁹, Henry John, Georg Ohm, J. J. Thomson, Thomas Edison, Nikola Tesla, Alexander Graham Bell, Werner Von Siemens, aderem-se ao estudo e pesquisa dos fenómenos electromagnéticos.

No mesmo ano de 1820, o mesmo da descoberta do electromagnetismo por Christian Oersted, vinte anos apenas após a invenção da pilha de Volta, novos procedimentos teóricos e experimentais concernentes ao electromagnetismo vêm a público, abrindo novas possibilidades para o fascinante mundo da ciência e da técnica eléctrica.

Por essa mesma época, o físico francês Arago reproduzia, por sua vez, a experiência de Oersted e observava que o fio condutor, atravessado pela corrente, atraía, tal como os ímãs, a limalha de ferro, mas não atraía a de cobre nem a de latão. Arago verificou que o ferro doce perdia suas propriedades magnéticas quando a corrente era interrompida, mas conseguiu comunicar uma duradoura imantação a uma agulha de coser porque era de aço.

Essa descoberta de Arago foi levada ao conhecimento da Academia de Ciências a 25 de dezembro de 1820. Foi Ampère quem montou o dispositivo e indicou qual devia ser a posição dos pólos da agulha. Fechado o circuito [dando passagem à corrente], a agulha comportou-se efetivamente como se fôsse imantada, tal como previra Ampère (idem, s/d., 20-21 pp.).

Um pouco antes do “professor extraordinário”⁷⁰, naquele século de inteligências brilhantes e de grandes génios, surge mais um notável astro que iria escrever mais uma respeitável e luminosa página da história da electricidade, o alemão Georg Simon Ohm (1789-1854), físico e matemático, irmão também de um famoso matemático, Martin Ohm. Ohm era de família protestante e de ascendência social simples, era filho de um serralheiro (Johann Wolfgang Ohm) e de mãe (Maria Elizabeth Beck) cujo progenitor era alfaiate. Ohm enfrentou muitas dificuldades na vida, principalmente durante o casamento, e quando, finalmente, conseguira seu grande intento, a remuneração e a estabilidade de uma cátedra universitária, morre poucos anos depois. Dos sete filhos de Johann Ohm e Elizabeth Beck apenas três sobreviveram. Seu pai, Johann Wolfgang Ohm, mesmo sem uma educação formal era um autodidacta possuidor de um grande cabedal de conhecimento, o que lhe permitiu fornecer uma excelente educação aos filhos. Com o pai, aficionado à leitura e ao estudo, Ohm aprendeu física, química, matemática e filosofia. O nível de excelência dos ensinamentos e da didáctica paterna contrastava negativamente com os oferecidos no Colégio de Erlangen, cidade natal de Ohm, aos 11 anos, o que fez com que aprendesse maquinalmente os conteúdos. Em 1805 ingressou na

⁶⁹ Johann Salomo Christoph Schweigger (1779-1857) é o inventor do galvanómetro *electromagnético* (1858), aparelho muito sensível usado para medir pequenas intensidades eléctricas da ordem dos *miliampêres* (0,001A). O primeiro medidor de corrente eléctrica foi o “galvanómetro especular” do britânico William Thomson.

⁷⁰ Título dado ao emérito Professor de Física da Universidade de Copenhaga, Hans-Christian Oersted.

Universidade de Erlangen, no entanto, ao invés de estudar preferia dançar, patinar entre outras irresponsabilidades. Decepcionado, o pai o obriga a abandonar a universidade, com apenas três semestres de curso, e procurar trabalho, no caso, como professor de física e matemática, inicialmente para o curso secundário. Entretanto, o que parecia uma tarefa simples, levou-o a peregrinar por muitos anos em busca de um vínculo empregatício estável na desejada cátedra de professor universitário, mas que somente apareceu no crepúsculo da vida.

Georg Simon Ohm trabalhava como professor do curso secundário e desejava lecionar na universidade. Para tanto, foi-lhe exigido, como prova de admissão, que realizasse um trabalho de pesquisa inédito. Optou por fazer experiências com a eletricidade, e para isso construiu seu próprio equipamento, incluindo fios.

Experimentando diferentes espessuras e comprimentos de fios, acabou descobrindo relações matemáticas extremamente simples envolvendo essas dimensões e as grandezas elétricas. Inicialmente, verificou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à seção do fio e inversamente proporcional a seu comprimento. Com isso, Ohm pôde definir um novo conceito: o de resistência elétrica (FERRACINI.2, 1996, p. 18).

A vida, a luta pela sobrevivência, a obra e o trabalho científico de Ohm é exemplo de luta, perseverança, força interior, vontade e obstinada resistência moral. Um exemplo pode ser encontrado nos desdobramentos dos acontecimentos acima citados, pois, mesmo tendo cumprido plenamente e extraordinariamente a tarefa exigida pelos examinadores da universidade, diga-se de passagem, de forma inédita e com raro primor científico, no entanto, Ohm não consegue convencer os doutos lentes da universidade de dar-lhe o prometido cargo de professor do ensino superior.

Apesar do valor de suas descobertas, o cargo universitário almejado por Ohm lhe foi negado. Suas conclusões receberam críticas negativas, em parte porque ele tentou explicar esses fenômenos com base numa teoria sobre o fluxo de calor. Ohm precisou até mesmo abandonar seu emprego de professor secundário, e viveu na pobreza durante os seis anos seguintes (idem, *ibidem*, p. 18).

Em 1806, na Suíça, Ohm consegue o cargo de professor de matemática na escola do mosteiro *Gottstadt* nas imediações de Orpund. Depois da experiência no colégio, abre mão das aulas e dirige-se à Neuchâtel e torna-se professor particular, e em 1811 reingressa à Universidade para terminar o curso e doutorar-se, no entanto, os estudos da matemática Ohm realiza por si próprio, por sugestão de um grande amigo, chamado Langsdorf. Para manter sobre controle as despesas, aceita um modesto cargo de professor de física e matemática em Bamberg, Colônia, depois Berlin.

em 1811 voltou à Universidade de Erlangen-Nuremberga, onde conseguiu doutorar-se apresentando um trabalho sobre luzes e cores. Continuou como livre-docente na Universidade de Erlangen-Nuremberga até 1812, quando passou a trabalhar como professor secundário de Física e Matemática em Bamberg, Colônia e depois Berlim. Em 1813 aceitou um lugar de professor numa modesta escola, pois o lugar que ocupava em Erlangen era mal remunerado.

Como aspirava a uma posição de professor universitário, continuou a realizar trabalhos de pesquisa originais, dedicando-se à área de Electricidade. Entretanto começou a escrever um livro de iniciação à geometria. A escola acabaria por fechar e Ohm aceitou lugar noutra escola em 1816. Em 1849 conseguiu o seu sonho, tornou-se professor da Universidade de Munique, mas só em 1852 conseguiu a desejada cadeira de física (http://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm, 2013, 2-3 pp.).

Ao alemão Georg Simon Ohm devemos os princípios e uma importantíssima lei de ampla aplicação na electricidade e na electrónica, responsável pelo avanço da técnica e da tecnologia eléctrica dos séculos XIX e XX, denominada em sua homenagem de “lei de Ohm”. Esta lei está relacionada aos princípios que regem a resistência eléctrica, ou seja, à dificuldade que a electricidade têm em percorrer um determinado trecho de um condutor metálico, e que tem a ver basicamente com três factores: o diâmetro do fio (quanto maior for o diâmetro, menor a resistência eléctrica), o material utilizado: cada metal tem, por natureza, um valor eléctrico próprio, denominado de “resistividade do material”, sendo ouro o metal de menor resistividade (0,022 ohms). Por fim, o tamanho do fio condutor – ou da distância a ser percorrida pelos electrões no condutor eléctrico: quanto maior for a distância percorrida, maior a resistência eléctrica do condutor; contrariamente, quanto menor for a distância percorrida pelos electrões menor será a resistência eléctrica. O cálculo das intensidades das correntes permitiu a Ohm separar os conceitos de força electromotriz, gradiente de potencial e intensidade de corrente eléctrica. Este trabalho está compreendido na chamada “Lei de Ohm”. Georg Ohm foi responsável por determinar as medidas fenómeno da resistência eléctrica, trabalho que já havia sido proposto por Henry Cavendish, mas não de forma tão precisa fisicamente e matematicamente tão bem determinadas. Em sua homenagem foi conferido o nome de ohm, à unidade de medida eléctrica de resistência eléctrica para circuitos ramificados. No entanto, os cálculos de correntes, resistências e tensões, indispensáveis no fabrico de aparelhos e maquinários eléctricos e electromagnéticos diversos não foram criados por Ohm, mas por outro alemão, Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887).

A lei de Ohm afirma que, *para um condutor mantido numa mesma temperatura, a razão entre a tensão entre dois pontos de um circuito e a corrente eléctrica é constante*. Essa constante recebeu o nome de “resistência eléctrica”, representada pela letra R. Ohm descobriu que a resistência eléctrica podia ser determinada matematicamente, onde a resistência eléctrica é igual à tensão (E ou V) sobre a corrente (I): $R=V/I$ ⁷¹. Para medir e estabelecer os valores da resistência eléctrica Ohm inventou um aparelho,

⁷¹ Evidentemente, por ser uma “constante”, um “achado universal”, desta fórmula podemos calcular qualquer um dos valores de um circuito eléctrico, pois, se $R=E/I$ e $E=R.I$, consequentemente, $I=E/R$.

posteriormente denominado de “Ohmímetro”, indispensável no trabalho de medição da resistência eléctrica num circuito. Epistemologicamente, já não se trata mais de uma ciência empírica (experimentação sem domínio teórico), mas de ciência física pura, da mesma forma que a cinemática, a termodinâmica, a óptica, etc.

Em resumo, a lei de Ohm nos diz que a tensão, ou diferença de potencial, existente entre os bornes de um gerador é igual ao produto da resistência do condutor utilizado pela intensidade da corrente no condutor. Diz-nos também que a resistência de um condutor é igual ao produto da sua resistividade pelo seu comprimento dividido pela sua seção (DEVAUX, s/d., p. 22).

Não obstante a importância indiscutível da lei de Ohm, à electricidade em particular e a física em geral, a percepção de uma resistência eléctrica em condutores eléctricos, é necessário registar tinha sido percebida também por Humphry Davy. Este, sem a precisão matemática de Ohm, percebeu a existência de uma *resistividade* eléctrica nos condutores metálicos de um circuito eléctrico. Davy observava que a “oposição à passagem eléctrica” estava ligada à espessura de um condutor metálico, factor que influenciava nas “propriedades da condução eléctrica”. Descobriu essa relação quando estudava as reações químicas que aconteciam dentro das baterias. Porém, antes de Davy, outro pesquisador também já havia percebido o mesmo efeito físico presente no processo de condução da electricidade, havendo-lhe inclusive mérito maior, porque foi ele que influenciou Davy a esta pesquisa. Estamos a falar do misantropo, porém, um genial pesquisador inglês Henry Cavendish.

Henry Cavendish tinha feito experiências sobre a condução, embora não tivesse publicado seu trabalho, Mas Davy tornou conhecidas suas investigações e mostrou que, quando se usava um fio de metal [não a seda ou o barbante, como no caso das experiências do século anterior], as propriedades de condução dependiam de seu diâmetro e da espécie do metal usado. Isso ocorreu em 1821, mas só quatro anos depois é que foi obtida a relação exata entre a força e a quantidade de electricidade que passava num condutor (RONAN, 2001, p. 48).

Como a descoberta da pilha de Volta em 1800 e a revelação da existência de uma corrente e resistência eléctrica tornou-se indispensável criar medidas para essas grandezas e outras. Nesta “tarefa empenharam-se Ampère, Ohm, Pouillet, Joule, Faraday e Kirchhoff, o que possibilitou a construção de equipamento como o amperímetro e o voltímetro” (RONAN, 2013, p. 2). Ohm também foi responsável pelas medidas da “força electromotriz”, energia que faz com que a electricidade flua dinamicamente em um cabo metálico ou se mova livremente na natureza, como faz o raio eléctrico do céu a terra. O trabalho de Ohm em mensurar a resistência eléctrica foi concretizado por intermédio de

medições usando uma balança de torção de Coulomb. Verificou que a resistência de um fio não dependia da quantidade de eletricidade que passava por ele [isto é, corrente], mas fez mais do que isso. Ohm continuou suas pesquisas e, em 1826 e 1827, formulou uma teoria para explicar seus resultados. Afirmou que a eletricidade se movia por um fio passando de partícula em partícula [também julgava que o fluido de calor se movia exatamente desse modo] e calculou que esse movimento devia ser causado por um potencial ou uma tensão elétrica, do mesmo modo como uma diferença de temperatura causava um fluxo de calor. Esse último conceito veio a ser conhecido como força eletromotriz e introduziu a unidade chamada volt, em homenagem a Volta. O nome de Ohm ficou associado à unidade de resistência (idem, 2001, 48-49 pp.).

Nos quatro primeiros lustros do século XIX, além dos trabalhos memoráveis realizados por uma extraordinária plêiade de grandes génios conhecidos, caso de Oersted, Davy e do próprio Ohm, outro grande expoente da ciência da electricidade e da electrónica aparece no cenário científico da electricidade, o francês André-Marie Ampère (1775-1836). Ampère era intelectualmente privilegiado, pois com apenas 12 anos dominava conhecimentos matemáticos avançados, como os teoremas da álgebra, e o conhecimento da geometria. Nesta idade já estava também familiarizado com a matemática avançada, o que reforça o grau de genialidade de seu espírito. O seu prodigioso saber proporcionou-lhe uma vida segura na docência superior. Porém, existencialmente, sua vida foi cheia de atropelos e dissabores, e foi preciso muita força e dignidade para levar adiante uma vida, marcada por problemas, mas também coroada de grandes realizações e sucesso científico.

Ele vivera, contudo, grandes dissabores familiares: com 18 anos, no período da Revolução Francesa, seu pai foi guilhotinado durante uma sublevação na cidade de Lion; com apenas 30 anos, perdeu esposa, com quem estava casado havia pouco tempo.

Foi professor de Física e Química, tornando-se depois professor de Matemática em Paris (FERRACINI.2, 1996, p. 15).

Por suas pesquisas e abertura em muitos ramos do conhecimento, Ampère foi eleito, com muita justiça, membro da Academia de Ciências de França. “Em 1820 apresentou à Academia as suas primeiras observações sobre a acção magnética das correntes eléctricas, demonstrando que estas se atraem ou repelem mutuamente”⁷². Ampère foi um dos mais interessados e entusiastas defensores das descobertas electromagnéticas do professor dinamarquês Hans-Christians Oersted, cuja descoberta foi apresentada em 1820 na Academia de Ciências de Paris, despertando imediato interesse dos cientistas em toda a Europa, espalhando-se depois rapidamente para a América e o restante do mundo.⁷³ Entretanto, para que a descoberta de Oersted abrisse caminhos para o *progresso*, e

⁷² Museu da electricidade, painel de História da Electricidade, estande dedicada a André-Marie Ampère, Lisboa, Portugal, 2014.

⁷³ Ampère criou alguns componentes eléctricos úteis e indispensáveis, que são encontrados em muitos aparelhos eléctricos e electrónicos modernos, o solenoide, sem o qual não funcionariam.

encarnasse o espírito do século XIX, era preciso compreender o papel das correntes eléctricas no electromagnetismo. Essa tarefa foi também realizada pelo pesquisador francês André-Marie Ampère.

Com Ampère demarcaram-se as diferenças entre o Magnetismo e a Eletricidade. A ação das correntes sobre o ímã levou o físico a estudar também a ação das correntes sobre si mesmas. Descobriu que suas correntes paralelas se atraem quando são do mesmo sentido e se repelem quando são de sentidos contrários. Essa descoberta surpreendeu, pois desmentia o fato conhecido de que os corpos carregados de eletricidade do mesmo sentido ou de magnetismo do mesmo nome se repeliam. Alguns meses depois da experiência de Oersted, Ampère apresentou à Academia de Ciências uma primeira memória sobre o Eletromagnetismo. Fazia entrar essa nova ciência no domínio da Física matemática (DEVAUX, s/d., p. 20).

A precocidade de André-Marie despontou-se também no electromagnetismo, pois, uma semana depois de Oersted apresentar sua descoberta à Academia de Ciência de França, "ele já conseguia apresentar, de maneira prática, o fenômeno do desvio da agulha. É o que hoje conhecemos como *regra da mão direita*" (FERRACINI, 2, 1996, p. 15). Ampère ampliou o conhecimento da relação da electricidade com o magnetismo descoberta em 1827 pelo ilustre professor da Universidade de Copenhague. Foi também o criador de uma célebre lei da electricidade/electrónica, baptizada posteriormente em sua homenagem como *Lei de Ampère*. Esta lei estabelece o campo magnético gerado por um condutor rectilíneo percorrido por uma corrente eléctrica de intensidade i , a uma distância R do condutor. A lei de Ampère foi a primeira formulação matemática do eletromagnetismo, trabalho levado adiante de forma completa por Maxwell, que não só confirmou, quanto ampliou os trabalhos de Ampère e de outros pesquisadores, como Faraday, conforme veremos mais adiante, que trabalharam o electromagnetismo.

A ação da corrente eléctrica sobre os ímãs levou o físico a estudar também a ação das correntes sobre si mesmas. Descobriu que duas correntes paralelas se atraem quando são do mesmo sentido e se repelem quando são de sentidos contrários. Essa descoberta surpreendeu, pois desmentia o fato conhecido de que os corpos carregados de eletricidade do mesmo sentido ou de magnetismo do mesmo nome se repeliam. Alguns meses depois da experiência de Oersted, Ampère apresentou à Academia de Ciências uma primeira memória sobre o Eletromagnetismo. Fazia entrar essa nova ciência no domínio da Física matemática (idem, s/d., p. 20).

A lei de Ampère e outros trabalhos do eminente filósofo natural da electricidade encontram-se registados em seu Livro "Teoria matemática dos fenómenos electromagnéticos". Ampère foi o pesquisador que demarcou claramente as diferenças do Magnetismo e a Electricidade, o que dilatou consideravelmente a compreensão destes dois fenómenos, cujas leis, processos e princípios, que complementavam e se interpenetram, mútua e continuamente. Ampère introduziu definitivamente o cálculo matemático no domínio da Electricidade, conferindo-lhe dignidade e respeitabilidade científica, tornando-a uma Física eléctrica. Ao contrário da obscuridade do passado eléctrico, o electromagnetismo, com ele, torna-se um estudo claro e prático. Com o trabalho de Ampère a electricidade afastava-se de vez das fases anteriores, em que a se apresentava estaticamente, isto é,

sem movimento, restrita às cargas eléctricas, produzidas pela “fricção eléctrica”, ciência essa inaugurada pelos filósofos naturalistas gregos originários da velha escola de ciência jónica de Mileto.

Podemos dizer que suas experiências abriram um novo terreno no estudo dos fenômenos eléctricos: o da eletricidade em movimento, ou Eletrodinâmica. Seu trabalho é importante porque não se compõe apenas de descobertas e experimentos, mas porque ali os fenômenos e magnéticos são também descritos matematicamente (idem, *ibidem*, 15-16 pp.).

O físico francês André-Marie Ampère estudou a acção magnética e o movimento das correntes eléctricas, o que o levou a concluir que as mesmas se atraíam mutuamente. As descobertas e as experiências de Ampère propiciaram uma nova e importantíssima modalidade da Ciência eléctrica, a Electrodinâmica, ou da “electricidade em movimento”. O trabalho com o electromagnetismo sofreu um grande progresso, sendo ele um dos mais empolgados com a descoberta de Oersted. Foi também um dos primeiros pesquisadores a criar uma teoria para explicar a acção eléctrica, mais de sessenta anos antes da descoberta do electrão, partícula responsável pela fenomenologia electro-electrónica.

Até então, os fenômenos magnéticos só podiam ser observados com auxílio de materiais magnetizados, como ímãs ou limalha de ferro. Ampère, porém, descobriu outra maneira de mostrar a atração ou repulsão provocada por um fio percorrido por corrente. Para tanto, instalou outro fio eletrizado paralelamente ao primeiro. Quando a corrente percorria ambos no mesmo sentido, eles se atraíam, repelindo-se caso o sentido de uma delas fosse invertido.

Ele também pesquisou o magnetismo provocado por uma corrente que percorre um fio disposto em círculo. Concluiu teoricamente que, se o fio estivesse enrolado em espiral, o resultado seria o mesmo produzido por uma barra imantada. [...] em 1823, Ampère chegou a afirmar que as propriedades de um ímã eram causadas por correntes eléctricas diminutas, que circulavam em seu interior. Isso ocorreu mais de setenta anos antes que se conhecesse as partículas que se movimentam nos átomos, os quais, de fato, são responsáveis pelos campos magnéticos (FERRACINI.2, 1996, 15-16 pp.).

Um extraordinário exponencial pesquisador despertado para o estudo do electromagnetismo foi também outro cidadão inglês de origem muito simples, sem curso superior, posição social de destaque, poder económico, força política ou educação escolar mais ampliada, mas um obstinado estudioso, arguto e profundo pesquisador, nascido, em 1791, num subúrbio de Londres, Michael Faraday. Faraday é considerado um dos maiores cientistas de todos os tempos. Os contributos mais importantes, conhecidos e significativos de Faraday estão intimamente conectados aos fenômenos da electricidade, da electroquímica e do magnetismo, e muitas outras contribuições muito importantes na física e na química. Faraday era simples, tinha natureza pacífica e atitudes humildes, bondoso e desprendido, modesto e muito religioso.

Filho de um ferreiro, Michael Faraday nasceu em 22/09/1791, de uma família muito pobre. Pela condição social humilde e pecuniária precária, começou a trabalhar aos treze anos, como menino de recados, até se empregar como aprendiz de encadernador, a serviço do Senhor Riebau, um francês que buscara refúgio em Londres por causa da Revolução Francesa. Além de aprender admiravelmente o ofício de encadernador, teve a oportunidade de entrar em contacto com diversas obras de vários gêneros, da literatura dedicada à ciência. A ciência logo chamou a atenção do jovem Michael. À noite, após o trabalho, Michael passava algumas horas devorando avidamente livros, artigos de revistas e de jornais, principalmente de ciências. Essas leituras eram-lhe preparadas com esmerado cuidado e dentro do que havia de melhor e mais importante pelo dono da encadernadora em que trabalhara. Gostava muito de química e física, mas apreciava também a filosofia, assuntos religiosos e artísticos. As leituras despertaram-lhe gosto pela ciência, e passou a acalentar o desejo de vir a ser um pesquisador, realidade bem distante naquele momento da vida.

Além de lhe ensinar a arte de encadernar – que Michael passou a praticar com rara perfeição – o velho livreiro também lhe facilitou o acesso aos livros, abrindo ao garoto o mundo do conhecimento. O próprio Faraday conta o quanto se deliciava com essas leituras, "sobremaneira quando tive em mãos para encadernar ou vender as *Conversações em Química* de Marcet e as maravilhosas teorias sobre Eletricidade que encontrei na Enciclopédia Britânica".

Com a curiosidade voltada para a ciência, a partir de 1810 ele começou a freqüentar as palestras da Sociedade Filosófica da Cidade, entidade que se dedicava particularmente à Filosofia Natural [nome que designava as ciências físicas e químicas na época] (GALVÃO, 1972, p. 346).

Dentro dos sete anos que actuou como aprendiz de encadernador, uma nova ciência despertou-lhe grande interesse, a *Electricidade*, a grande sensação naquele momento, interesse despertado com a leitura do exemplar encadernado da Enciclopédia Britânica em que havia um interessante artigo sobre essa fascinante ciência. O artigo não somente o interessou como aguçou seu interesse pela matéria, porém, seu trabalho científico com a electricidade ainda demoraria um pouco, sendo a química a ciência que primeiramente ocupou seus interesses epistemológicos mais imediatos, rumo uma nova vida, a de profissão de *filósofo natural*. Faraday, no entanto, jamais deixou de agradecer a ajuda e o incentivo do velho patrão, conforme carta abaixo, escrita e endereçada ao Senhor Riebau:

Senhor, logo que se evidenciou em mim uma predileção pelas ciências, e mais particularmente por aquela parte dela chamada Eletricidade, o senhor gentilmente se interessou pelo progresso que eu fazia nos fatos relacionados com as diferentes teorias existentes. O senhor prontamente permitiu que eu examinasse os livros, pertencentes à loja, que de algum modo se relacionassem com os assuntos que me prendiam a atenção. Ao senhor deve ser atribuído o nascimento e a existência daquela pequena porção do conhecimento das ciências que eu possuo; dedico ao senhor todo o meu reconhecimento, que lhe é devido com toda a justiça (GALVÃO, 1972, p. 345).

A educação de Faraday foi simples, precária, rápida e elementar, muito aquém de outros pesquisadores já descritos, o que o torna um dos maiores autodidactas de todos os tempos. A inconsistência educacional roubou-lhe “a oportunidade de receber uma formação académica em ciência ou matemática” (RUTHERFORD; HOLTON; WATSON, 1985, p. 78), formação necessária e comum à maioria dos físicos da época, pela influência já dominante do método científico *físico-matemático-científico-experimental*, onde a física era o destaque e o modelo básico de ciência, inspirada, àquele contexto, no trabalho de Isaac Newton. A associação da matemática com a física, astronomia, química e em outras ciências era um episódio comum ou indispensável, pelo menos em determinadas pesquisas científicas, além de ser uma característica das ciências naturais, físicas e químicas, por exemplo, naquele efervescente e revolucionário começo do século dezanove. Entretanto, a carência de estudos matemáticos não empalideceu o brilho de Michael Faraday.

Faraday foi uma pessoa religiosa e avessa às honrarias. Recusou, por isso, medalhas, títulos de nobreza e até pensões. Durante a guerra da Criméia [entre Inglaterra e a Rússia] foi consultado sobre a possibilidade de chefiar um projeto para a preparação de gases venenosos para fins militares. Respondeu a tarefa era perfeitamente realizável, mas que se recusava a envolver-se nela.

Antes de morrer, pediu para ser enterrado de maneira discreta, sob “uma pedra tumular da espécie mais simples” (FERRACINI.2, 1996, p. 20, 21).

A respeito da educação recebida durante a infância, ele próprio assim se expressou: “A minha educação foi das mais vulgares, consistindo em pouco mais que os rudimentos de leitura, escrita e aritmética, dados numa escola pública. Fora da escola passava as horas em casa ou na rua” (RUTHERFORD; HOLTON; WATSON, 1985, p. 80). Entretanto, se os conhecimentos gerais e matemáticos de Faraday eram precários, longe de desistir, as deficiências fizeram com que se dedicasse aos estudos e experiências científicas com mais afinco, deixando à posteridade verificar, através de intrincados cálculos matemáticos, suas teorias preciosas.⁷⁴ As deficiências escolares de Michael Faraday foram compensadas também pelo devotamento ao conhecimento científico e por um incansável e indomável desejo de aprender rapidamente tudo que pudesse, e

depressa verificou que não se podia limitar a relatar o que os outros diziam ter feito. Sentiu que tinha a necessidade de repetir as experiências no seu próprio laboratório. Além disso, não estando satisfeito com as explicações teóricas propostas por outros físicos, começou a trabalhar nas suas próprias teorias e em planos para futuras experiências. Passado pouco tempo, Faraday começava uma série de trabalhos de investigação em electricidade que fariam dele um dos mais famosos físicos do seu tempo (idem, 1985, p. 78).

⁷⁴ Todavia, não demorou muito para aparecer os primeiros resultados positivos de estudos e fundamentação matemática das teorias de Faraday, realizados por dois pesquisadores britânicos contemporâneos, William Thomson e James Clerk Maxwell, com grande proveito para o desenvolvimento da física, da engenharia eléctrica e das telecomunicações, conforme veremos mais adiante.

A Química e a Física foram as ciências que mais lhe chamavam atenção, motivo pelo qual passou a frequentar com sofreguidão as palestras oferecidas ao público pela *Sociedade Filosófica*⁷⁵ do Royal Institution. O contacto com pesquisadores, transmissão de conhecimento, relato e realização de experiências durante os encontros, despertou-lhe enorme vontade de se tornar um pesquisador, coisa muito pouco provável de acontecer naquele momento. Faraday fruía com imenso prazer as conferências daquela instituição científica. “Os membros dessa Sociedade reuniam-se para ler e discutir os temas científicos mais recentes e, além dos debates, tinham a preocupação de sempre apresentar experiências relativas ao assunto” (GALVÃO, 1972, p. 346), o que mais júbilo e encantamento produziam no jovem encadernador. Faraday anotava os pontos importantes e as dúvidas mais requentes que surgiam durante as palestras para comentá-las depois com os palestrantes, uma vez que o debate era permitido e fazia parte das programações das palestras e eventos científicos das programações.

Michael era tão interessado nesses encontros que, já em 1812, tendo levantado inúmeras dúvidas durante uma das conferências, foi convidado a fazer, ele próprio, uma explanação para defender seus pontos de vista. Sendo extremamente cuidadoso, levou por escrito todo o tema da conferência, até mesmo a introdução “Senhoras e senhores”. Apesar do nervosismo tê-lo impedido de convencer totalmente seus oponentes, alcançou muito sucesso pela clareza de sua exposição – qualidade que lhe foi de grande utilidade mesmo depois de famoso (idem, 1972, p. 346).

Gradativamente, o jovem Faraday foi acalentando a ideia de realizar experiências, aquelas contidas nos livros lidos, ou por iniciativa própria, mas como fazê-lo plenamente se o seu salário de encadernador mal dava para a sobrevivência? A sorte do jovem Faraday começou a mudar “quando recebeu de um amigo o convite para assistir a quatro palestras de Sir Humphry Davy sobre seus trabalhos em Eletroquímica” (1972, p. 347), primeiro passo de sua iniciação científica.

Faraday esteve ligado às conferências, desde a primeira apresentação, acontecida em 1810, quando tinha apenas vinte anos, com John Tatum, o fundador da sociedade filosófica. Faraday gostou muito das palestras, pelos temas abordados e porque o Sr. Davy era também um grande orador. Faraday anotou “por inteiro, para comentá-las e ampliá-las, posteriormente com desenhos – como sempre fazia em todos os seus estudos” (idem, 1972, p. 347). Parece que Davy ficou impressionado com a lucidez e a inteligência de Faraday. Àquela altura o jovem Michael havia iniciado suas primeiras pesquisas científicas, e já exigiam um laboratório para expandi-las, impossível na condição em que se encontrava. Isto o animou a escrever uma carta ao famoso químico da *Real Institution* solicitando-lhe um emprego:

⁷⁵ Vê-se, com clareza, que uma das mais destacadas entidades científicas de encontro de pesquisadores da época, intitulava-se “filosófica”, não “científica”, o que prova que o nome “cientista” ainda não existia.

Nessa época, a complexidade de seus trabalhos já exigia um laboratório de pesquisas; mas, como o ordenado da livraria mal dava para o sustento pessoal, Faraday resolveu, em dezembro de 1812, escrever para Sir Humphry Davy – com quem já trabalhara alguns dias, substituindo um empregado doente –, para pedir-lhe uma colocação na Royal Institution. Junto com a carta, enviou as anotações que fizera durante as conferências a que pudera assistir. Sir Davy ficou muito impressionado e mesmo lisonjeado com os escritos, mas comunicou-lhe que, infelizmente, não havia vagas.

Finalmente, a 1.º de março de 1813, a sorte lhe sorriu e lhe foi oferecido um lugar de assistente de laboratório da Royal Institution, além de dois quartos nos altos do instituto, combustível para o aquecedor e velas para a iluminação⁷⁶ (GALVÃO, 1972, p. 347).

A partir desse momento, Faraday irá galgar gradativamente os degraus para se tornar o ser excepcional que reverenciamos, porque, seis meses depois o próprio Davy o convidou para ser seu “assessor filosófico” numa série de conferências. Impressionado com a inteligência do jovem, Davy leva-o em uma grande *tournee* científica por alguns países da Europa, fornecendo-lhe lições preciosas de química, matéria que o jovem discípulo não tinha conhecimento, mas que em pouco tempo iria se tornar um exímio conhecedor. A viagem marcou sua vida, e proporcionou-lhe inesperadas surpresas, de conhecer o mar e vislumbrar Napoleão quando passaram por Paris; cruzou montanhas, explorou bosques, etc. Em Itália viu o Vesúvio e conheceu o ilustre Alessandro Volta. A viagem foi produtiva em muitos sentidos, tanto pelo conhecimento e aprendizagem ao lado Davy, quanto da oportunidade de conhecer também outros físicos e químicos famosos, como André-Marie Ampère e Joseph Gay-Lussac, grande nome da química, e outros filósofos naturais. De retorno à Inglaterra, em 1815, Faraday é premiado pela sua dedicação, passando a integrar o honroso quadro de funcionários da *Royal Institution*, e de tornar-se conferencista ocasional da instituição, além de trabalhar com o afamado Humphry Davy em pesquisas e experimentações comuns. Num desses trabalhos, Faraday e

Davy conclui a lâmpada de segurança, que começou a ser usada no ano seguinte. Faraday declara que a lâmpada não era perfeitamente segura, o que desagradava ao ego de Davy. Ingressou [também] na Sociedade Filosófica, onde realizava conferências sobre química, utilizando-se do que ouvia de Davy (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, s/d., p. 2).

A viagem pelo mundo despertou-lhe novo ânimo, enchendo-o de muitas ideias, que o levou, em 1815, a produzir em laboratório o elemento cloro no estado puro e líquido; e ainda nessa linha de sucesso conseguiu uma façanha científica inédita, liquefazer o dióxido de enxofre, o gás sulfúrico e o dióxido de carbono⁷⁷. Em 1816, influenciado pela viagem à Toscana, publicou o seu primeiro ensaio: *Análise da*

⁷⁶ No mês de março de 1813 foi nomeado *ajudante de laboratório da Royal Institution*, pela intervenção e recomendação de Sir Humphry Davy. Nesta instituição trabalhou até à sua morte (25/08/2015). Nota nossa.

⁷⁷ Michael Faraday, por sua condição humilde e baixíssima escolaridade, não tinha praticamente nenhuma formação em química, simples ou mais avançada. Humphry Davy forneceu-lhe praticamente tudo que sabia de

Cal Virgem, que o incentivou a produzir novos trabalhos de química, que o levou à descoberta do butileno, estudos sobre suas reacções com o cloro. Neste mesmo ano publicou também suas pesquisas realizadas com o ácido benzoico, benzoatos de mercúrio, ferro, zinco (ARAGÃO, 1972. p. 348). Foi um momento de grande produção de artigos para o *Journal of Science*, realizou conferências, etc. De 1815 a 1820 foi a fase que Faraday dedicou com muito empenho ao estudo e a pesquisa química. Em seguida, iniciou os estudos de electricidade, ciência em que mais se destacou e foi muito efectivo, produtivo e genial, o que resultou numa de suas grandes realizações científicas, a descoberta, estudo e explicação das *linhas de força* ou dos *campos de força*. Outra maiúscula contribuição de Faraday para a ciência eléctrica foi a ideação e a construção do primeiro motor eléctrico, pela compreensão da intrínseca e inseparável relação da electricidade com o magnetismo e o electromagnetismo:

a primeira descoberta de Faraday relacionada com o electromagnetismo ocorreu no dia 3 de Setembro de 1821. Ao repetir a experiência de Oersted [...] pôs a agulha magnética em diferentes posições à volta do fio onde passava corrente. Faraday ficou particularmente impressionado com o seguinte facto: a força que a corrente eléctrica exercia em cada pólo do íman tendia a deslocá-lo segundo uma linha circular à volta do fio. Como viria a dizer mais tarde, o fio ficava rodeado por linhas de força circulares- um campo magnético circular (RUTHERFORD; HOLTON; WATSON, 1985, p. 78).

Faraday é um dos mais aplaudidos cientistas experimentalistas da historiografia científica de todos os tempos. Seus trabalhos contribuíram de modo vigoroso para o desenvolvimento da ciência moderna do século XIX e séculos vindouros. Química, física e electricidade foram os campos da ciência onde mais se destacou, todavia, teve participação decisiva na transformação da electricidade numa autêntica “Física eléctrica”. Suas pesquisas, descobertas e teorias, ao mesmo tempo em que ajudaram o avanço científico e o progresso da ciência contribuiu também para o crescimento da sociedade do século dezanove, ao mesmo tempo em que serviram também de base, fundamento, ou ponto de partida para que outros cientistas, inventores e engenheiros fizessem avançar o conhecimento e a prática eléctrica. As aplicações técnicas e tecnológicas de Michael em electricidade foram também fundamentais para o desenvolvimento industrial, redesenhando a história do homem no fim do período moderno e avançar do contemporâneo. O facto de não ter formação matemática avançada, cálculo diferencial, por exemplo, não o impediu de tornar-se um exímio pesquisador, aquele que fez da experiência – ou do trabalho experimental – sua principal arma na actividade científica.

Michael foi principalmente um experimentalista, e de fato, ele foi descrito como o "melhor experimentalista na história da ciência", embora não conhecesse matemática avançada, como cálculo infinitesimal. Tanto suas contribuições para a ciência, e o impacto delas no mundo, são certamente grandes: suas descobertas científicas cobrem áreas significativas das modernas física e química, e a tecnologia desenvolvida baseada em seu trabalho está ainda mais presente. Suas descobertas em eletromagnetismo deixaram a base para os trabalhos de engenharia no fim do século XIX por pessoas como Edison, Siemens, Tesla e Westinghouse⁷⁸, que tornaram possível a eletrificação das sociedades industrializadas, e seus trabalhos em eletroquímica são agora amplamente usados em química industrial (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, s/d., p. 1).

Os anos de 1821 a 1825 foram de crescimento e de afirmação para Michael Faraday. 1821, por exemplo, foi um ano muito promissor em sua vida, por motivos pessoais, profissionais e científicos, período que realizou importantes descobertas na química, cujo destaque foi de ter conseguido produzir cloro em estado líquido em laboratório. Um ano após Oersted provar os efeitos da corrente eléctrica – em que um fio metálico ligado ao circuito eléctrico de uma pilha desviava a agulha imantada da bússola – Faraday contraiu núpcias com uma jovem de sua igreja, Sarah Barnard (1800-1879), casamento que durou toda a vida, mas que não lhes deu filhos. 1821, que havia brindado o mundo com preciosas realizações no campo da electricidade, é também o ano do ingresso de Faraday na física eléctrica, marcado também por novos contratempos com Humphry Davy. Este, vaidoso e egocêntrico, começava a se incomodar com o crescente sucesso de Faraday principalmente no âmbito do electromagnetismo, e do prestígio cada vez maior na *Royal Institution*. O ciúme de Davy aumentou quando Faraday foi eleito membro da famosa Academia de Ciência, a Royal Society, em 1815, na qual trabalhava.

⁷⁸ Como este trabalho restringe-se praticamente ao século dezanove e à primeira década do século vinte, período em que a palavra “cientista” não existia, ao longo da dissertação doutoral tanto poderemos nomear o pesquisador da natureza, física, química, biologia, etc. de “filósofos da natureza” ou de “filósofos naturais”, termos válidos para época, quanto de “cientistas”. A distinção que fazemos dos vocábulos objectiva principalmente reforçar a importância da Filosofia no conhecimento humano e na História da Ciência.

Em 1821, William Hyde Wollaston concluiu que ao aproximar um ímã de um fio onde está passando corrente elétrica o fio deveria girar em torno do ímã. No dia 3 de setembro deste ano, Faraday mostrou que uma barra de ímã girava em torno de um fio eletrizado e que um fio suspenso eletrizado girava em torno de um ímã fixo, comprovando a teoria de Wollaston. Em outubro, publicou no “Quarterly Journal”. No natal do mesmo ano, fez com que o fio se movesse pela influência do magnetismo terrestre.

Com uma sugestão de Davy, Faraday consegue obter cloro líquido. Escreveu, então, um comunicado para a *Royal Society*.

Mas Davy o lê, antes de ser enviado, e redige uma nota sobre sua participação.

Foi eleito membro da *Royal Society* em 1824.

Recebeu a nomeação para diretor do laboratório em fevereiro de 1825. Neste mesmo ano, isolou o benzeno do óleo de baleia (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, idem, s/d., p. 2, 3).

Na química, Faraday descobriu também o benzeno, produziu os primeiros cloretos de carbono conhecidos, realizou as primeiras liquefações com sucesso de gases até então nunca liquefeitos, como o dióxido de carbono, o cloro, o que tornou possível os processos de refrigeração (idem, s/d., p. 1). Os trabalhos de Faraday influenciaram outros pesquisadores a seguir caminho no electromagnetismo, a exemplo de William Thomson e Maxwell, e a teoria dos campos magnéticos, genialmente intuídos, teoria muito revolucionária para época, são hoje conceitos-chave da física. Dizer qual trabalho de Faraday foi o mais expressivo para a história da electricidade é tarefa difícilíssima, pois todos foram significativos. Na química sua maior contribuição foi virtualmente a fundar a ciência da electroquímica, e introduzir termos novos no vocabulário científico como eletrólito, ânodo, cátodo, eléctrodo e íon. Foi um dos primeiros a estudar as conexões da electricidade com o magnetismo, logo após Oersted e Ampère.

Em 1821, um ano após Oersted anunciar o resultado de suas descobertas à Academia de Ciências de França, Faraday iniciava as pesquisas em electricidade e electromagnetismo, o que ensejou que outros pesquisadores e inventores viessem, no futuro, utilizar do electromagnetismo em amplas e variadas aplicações. O trabalho de Faraday ensejou também a construção de instrumentos ou aparelhos imprescindíveis à vida moderna, abrindo, assim, novas frentes de produção para a indústria capitalista. Da invenção do motor eléctrico seguiu-se o dínamo eléctrico, com o qual se tornou possível a geração, a transmissão, a medição da electricidade, a iluminação pública, doméstica e empresarial, e assim por diante. Da invenção do motor eléctrico seguiu-se a do dínamo eléctrico, com o qual se tornou possível a geração, a transmissão, a distribuição e a medição da electricidade, a iluminação, pública, doméstica e empresarial, e assim por diante. Os trabalhos de Faraday aceleraram a produção de energia eléctrica em quantidade suficiente para alimentar fábricas modernas, em substituição às pesadas e fumarentas máquinas-a-vapor, o que deu novo estímulo e rumo ao processo industrial, que por sua vez, gerou um progresso nunca antes observado. Porém, diferente do passado, o conhecimento que alimentou a indústria teve

origem nas Universidades e outras instituições de investigação, privilegiando os países tradicionalmente mais evoluídos. O estudo da física, da química e de outros ramos da ciência, foi assim empreendido por professores e investigadores que realizaram os seus trabalhos desinteressados das suas aplicações industriais. A partir de meados do século [XIX], em parte devido ao crescente intercâmbio praticado entre os diferentes países, o período de tempo de aplicação do progresso científico à indústria tornou-se mais curto, ao mesmo tempo que a inter-relação da ciência com as invenções técnicas se ampliava (MARIANO, s/d., p. 53).

A ciência da electricidade, junto à indústria química, petrolífera e a siderúrgica, principalmente na indústria do aço, foi um componente vital e indispensável para o surgimento de uma grande onda avassaladora de crescimento material e espiritual. Estas realidades foram responsáveis pelo surgimento da “Segunda Revolução Industrial”, mais uma fase, ou avanço à Revolução Industrial, progresso iniciado pela máquina a vapor. A produção da energia eléctrica em larga escala principalmente para o uso industrial inicia-se em 1873, com a invenção do primeiro dínamo eléctrico de corrente contínua (CC), pelo belga Zénobe Gramme; isto porque a primeira e a segunda invenção de geradores eléctricos (CC), criados por William Sturgeon (1832) e Emilyand Thomas (1837), eram economicamente impraticáveis, pois não havia “suprimento de energia adequado para estes dispositivos” (POMPILIO, 2011, p. 1). No entanto, nada disso seria possível sem a hercúlea participação de Faraday.

Em 1873, Zenobe Gramme inventa o dínamo [gerador CC]. Ao conectar duas destas máquinas em paralelo, sendo que apenas uma era acionada mecanicamente, observou que uma delas passara a rodar e desenvolver torque em seu eixo, ou seja, atuava como motor. Assim, usando uma mesma estrutura construtiva de máquina eléctrica, criou uma versão próxima ao atual motor CC. Tinha-se, assim a possibilidade de gerar electricidade em quantidades adequadas para seu uso industrial (idem, 2011, p. 1).

Com a descoberta de Faraday da “propriedade de campos eletromagnéticos interagirem entre si, produzindo ação mecânica, começaram os desenvolvimentos dos motores eléctricos” (POMPILIO, 2011, p. 1), e de outros tantos aparelhos associados a esse princípio, caso dos dínamos eléctricos⁷⁹ e de muitos outros aparelhos e dispositivos electromagnéticos inseparáveis dos tempos modernos e pós-modernos. Esta e outras propriedades eléctricas descobertas por Faraday estão relacionadas ao princípio da *indução electromagnética*⁸⁰ (vide anexo 17). Esta propriedade propiciaria a invenção de

⁷⁹ Geradores eléctricos são máquinas que transformam energia mecânica em energia eléctrica pela indução de um campo magnético produzido pela movimentação de íman na proximidade de um enrolamento formado por camadas (espiras) de fios de cobre em torno de um núcleo de ferro doce (bobinado, bobine), princípio da “auto-excitação” de Faraday. Para aumentar (“dinamizar”) o campo magnético criado (“indução electromagnética”), consequentemente da corrente eléctrica, surgiram os “dínamos”, aparelhos eléctricos que empregam electroímã no lugar de íman. Utilizada industrialmente nas décadas subsequentes a Faraday, a técnica de Zénobe, aperfeiçoada por outros, geraria grandes quantidades de energia eléctrica KW e MW de CC e CA (pág. 127).

⁸⁰ Fenómeno pelo qual um campo magnético variável produz em um determinado circuito eléctrico uma *corrente eléctrica induzida*. Este trabalho está contido na lei de Faraday-Neumann-Lenz, uma das quatro equações de Maxwell do electromagnetismo clássico. Esta lei explica a produção de electricidade sob o efeito de um campo magnético variável, base para o funcionamento de dínamos, alternadores e transformadores.

geradores eléctricos de melhor qualidade e de maior potência, que abriram caminho para o surgimento da civilização moderna do século XIX e XX. A descoberta surgiu no frutuoso ano de 1831, no laboratório do Royal Institution, quando Michael Faraday acabara de dar

várias voltas de fio metálico ao redor de um anel de ferro, ligou-o a um galvanômetro (aparelho usado para assinalar passagem de corrente), denominando esta bobina de A. Em seguida, montou ao redor do mesmo anel uma bobina B – que não tocava a bobina A em ponto algum – e ligou-a à bateria. No momento exato em que fazia esta ligação, Faraday notou que a agulha do galvanômetro de A dera um pulso, imobilizando-se em seguida. Ao desligar a bateria de B, mais uma vez o galvanômetro de A acusou passagem de corrente. Constatou, então, que o galvanômetro do circuito A não se manifestava estando a bateria correspondente ligada ou desligada; porém, no instante em que estabelecia ou interrompia sua ligação com o circuito B, evidenciava-se a passagem momentânea de corrente em A (GALVÃO, 1972, p. 353, 354).

Outra contribuição de Michael Faraday (1791-1867) está relacionada à condução da carga eléctrica num condutor metálico. Ele descobriu que ela não corria dentro dos elementos condutores como se pensava, mas na superfície dos corpos. Esferas metálicas, apesar da diferença de formas e do valor das massas, a corrente sempre fluía na superfície, maciças ou ocas. Essa foi a conclusão que as pesquisas de Faraday apontaram. Ou seja, quando os condutores estão carregados, apenas a superfície externa é electrizada, nunca o interior. Para demonstrar a descoberta, construiu uma grande gaiola de ferro, assentada sob quatro suportes isolantes (borracha), e fechou-se em seu interior, enquanto um dos assistentes aplicava na gaiola uma forte corrente eléctrica, deixando-a fortemente electrizada. Mesmo que muitas faíscas saltassem da gaiola, Faraday não sofreu nenhum dano ou efeito eléctrico, o que comprovava a sua tese. Essa descoberta científica, fisicamente conhecida como “gaiola de Faraday”, não somente abriu o entendimento teórico dos físicos como proporcionou, rapidamente, inúmeras aplicações técnicas, para a electricidade e à futura electrónica. Em razão desta propriedade “os aparelhos eléctricos e eletrônicos são sempre envolvidos por uma blindagem metálica, em cuja superfície externa se distribuem eventuais cargas eléctricas sem afetar o funcionamento do aparelho” (FERRARO, 1997, p. 18). Faraday, no entanto, não foi o primeiro pesquisador a descobrir que as cargas eléctricas concentram-se ou se deslocavam na parte externa e não no interior dos condutores. Acreditava-se que a electricidade fosse um tipo especial de *fluido* e os condutores espécies de túbulos por onde a mesma escorria, como no interior de um cano. Stephen Gray e Benjamim Franklin descobriram, antes dele, essa útil propriedade eléctrica, mas foi Faraday quem realmente a explicou, através de experiências bem planeadas e executas.

Uma das críticas às teorias eléctricas de Franklin afirmava que a carga não preenche um corpo, mas apenas se distribui por sua superfície exterior. Assim, já em 1729, Stephen Gray havia colocado a mesma carga de eletricidade em dois blocos de madeira – um maciço e outro oco – de mesmas dimensões, provando, através de experiências, que os dois blocos absorvem a mesma quantidade de carga. Também demonstrou que esta se distribui igualmente apenas na superfície dos corpos, pois um corpo oco, devidamente carregado, não exerce qualquer influência nas cargas eléctricas introduzidas na sua cavidade (GALVÃO, 1972, p. 351).

Faraday foi mais longe com a experiência de provar que as cargas eléctricas se distribuíam na superfície da gaiola, consequentemente em todos os condutores ou corpos cujo elemento era metálico, ferro principalmente. Além de não sofrer qualquer dano pelas descargas desferidas pelas faíscas eléctricas, conseguiu também demonstrar que era nula a existência de cargas no interior da gaiola de ferro. Para isso, colocou dentro da gaiola⁸¹ um medidor de cargas electrostáticas, do tipo inventado pelo Abade Nollet, mas ainda em uso em pesquisas eléctricas em electrostática da época, e como imaginara, mesmo cercado por grandes descargas eléctricas circulantes no exterior da armadura metálica, o electroscope, não registrara qualquer passagem de carga no interior. Isto explica porque é seguro ficar dentro do automóvel durante uma tempestade de raios, pois as rodas de borracha isolam as cargas eléctricas, que se acumulam apenas na parte externa do veículo, circulam somente no exterior do veículo.

Colocando um eletroscópio dentro de uma gaiola metálica isolada, carregada ao ponto de produzir faíscas, verificou que o eletroscópio não se carregava. Isto porque a distribuição das cargas eléctricas, que se acumulam apenas sobre a superfície externa dos condutores, cria, dentro da gaiola, um campo nulo (idem, 1972, p. 352).

A descoberta de que o electromagnetismo podia ser empregado como alavanca, motor, ou como força electromotriz, foi sem dúvida alguma uma das mais importantes aplicações práticas da ciência moderna, princípio atribuído a Faraday. No entanto, o motor eléctrico não é um achado inédito de Faraday, pois juntamente disso se ocupou o norte-americano Joseph Henry, que também “inventou o motor eléctrico”. Porém, não houve plágio ou má fé em nenhum dos lados, mesmo porque eram dotados de carácter irreprochável. O facto não gerou também polémica, reclames, apropriação de patentes ou disputas judiciais, mesmo porque as experiências dos dois pesquisadores seguiram por caminhos próprios e independentes, diferentemente do que aconteceu no caso de Morse, Marconi, Edison e outros. Há que se considerar também, que tanto as pesquisas quanto a ideação e a construção dos respectivos protótipos seguiram caminhos próprios e separados, e um desconhecia totalmente o trabalho do outro, além de estarem em pontos geográficos bem distantes, numa época que a comunicação era ainda muito difícil.

Outro grande feito de Faraday para a electricidade e o electromagnetismo foi o “conceito das *linhas de força*” (“o espaço estaria preenchido por campos de força magnética”, ou, como ele próprio também

⁸¹ Em homenagem a Faraday, o princípio eléctrico gerado por essa experiência recebeu o nome de “Gaiola de Faraday”.

escrevia, de vibrações⁸²). Esta descoberta foi revolucionária, pois levou a criação e utilização comercial do telégrafo (“patenteado” por Samuel Morse) e das ondas de rádio, com Hertz, ainda no século XIX, e de outras tantas invenções, como os alternadores, os transformadores e os dínamos eléctricos. A partir do conceito de linhas de forças Faraday elaborou uma consistente *teoria eléctrica*, que não se restringia apenas ao electromagnetismo, pois que se aplicava também a electricidade como um todo.

A rápida descoberta de novos fenómenos eléctricos e magnéticos na primeira metade do séc. XIX, estimulou a imaginação científica. Michael Faraday [1791-1867], autor de muitas descobertas importantes, desenvolveu um modelo com linhas de força atribuídas ao espaço que rodeava corpos eletrizados e magnetizados (RUTHERFORD; HORTON; WATSON, 1985, p. 2).

O conjunto do trabalho de Faraday, levado adiante por intermédio de pesquisas, descobertas, experimentações e invenções serviram de base e sustentáculo para a química e a física eléctrica. O legado científico do simples, modesto, mas genial precursor da engenharia eléctrica, Michael Faraday, inspirou um grande número de pesquisadores e engenheiros do século XIX, como William Thomson, James Maxwell, Foucault, Gramme, Fourneyron, Edison, Logde, Crookes, Hertz, Tesla e outros. Seu labor e genialidade possibilitaram muitas das invenções da electromecânica, como o electroímã, precursor de muitos outros inventos, como o motor eléctrico, o gerador e o telégrafo eléctrico. Mais no final do século, dito das “Luzes”, surgiram ainda o telefone, a radiotelegrafia, o teletipo e o telex, todos tributários do legado da indução electromagnética, descobertas por Faraday e Joseph Henry. Em 1879, Thomas Edison patenteia sua lâmpada eléctrica, invenção que abriu os caminhos da Electrónica. A electrónica, por sua vez, arrastou consigo um número extraordinário de outras invenções, como o rádio, a televisão, os toca discos, os gravadores de rolo, o cassete, videocassete, o DVD. Com a electrónica de potência, a partir da invenção da válvula electrónica, mais tarde do transistor, a humanidade viu-se novamente diante de uma nova, surpreendente e radiante era, a das telecomunicações.

Porém, o conceito de linhas de força e a teoria da indução electromagnética não brotaram espontaneamente, mas pelo esforço, meditação e experimentação, resultado também de uma grande arma utilizada por Faraday durante sua vida, a perseverança. Com as linhas de força conseguiu “explicar muitos efeitos electromagnéticos” (idem, 1985, p. 2). Essa teoria teve também a importância de reunir, pela primeira vez, ideias, conceitos, princípios e teorias, que se encontravam muito dispersos nos estudos eléctricos, e permitiu uma rápida expansão da electricidade, abrindo inclusive o caminho prático de uso industrial.

⁸² RONAN, A. Colin. *História ilustrada da ciência, da Universidade de Cambridge*, São Paulo, Brasil, Jorge Zahar Editor, 2001, p. 51, vol. IV.

Em 1837, Faraday introduziu o conceito de linhas de força elétrica e, no ano seguinte, estava em condições de elaborar uma teoria da electricidade. As partículas de matéria eram compostas de forças arranjadas segundo padrões complexos; esses padrões davam-lhes suas características. Entretanto, os padrões se distorciam sob tensão, como a imposta pelas forças elétricas. Então, Faraday usou essa idéia para explicar o fenómeno do relâmpago, bem como a eletrostática e a eletroquímica. Não era uma teoria que se recomendasse particularmente à comunidade científica, e o próprio Faraday a propôs com grande desconfiança, mas, justamente com seu soberbo trabalho experimental, ela o capacitou a reunir em uma grande unidade todos os elementos de electricidade, até então dispersos (RONAN, 2001, p. 51).

Estimulado com o trabalho das linhas de forças, Faraday realizará uma série de experiências electromagnéticas que tinham como principal objectivo a produção de uma corrente através de um solenoide (bobine) e um imane, que mostrasse que era possível produzir uma corrente independentemente dos processos electroquímicos; isto é, via electromagnetismo, porém, encontrou muitas dificuldades. Finalmente, em 1831, após realizar muitas experiências, as dificuldades são superadas e ele consegue o que tanto almejava, ou seja, provar, em laboratório, com uma simples experiência, que era possível criar electricidade a partir da conjunção electricidade e magnetismo (bobine e íman).

Em 17 de outubro de 1831, demonstrou que era possível converter energia mecânica em energia elétrica. Foi a primeira demonstração de um dínamo, que veio a ser o principal meio de fornecimento de corrente elétrica. No dia 29 desse mês, pegou um disco de cobre preso a um cabo e um ímã em formato de ferradura. Entre os pólos do ímã fez girar o disco, que estava ligado a um galvanômetro, a agulha se moveu com o girar do disco (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, s/d., p. 2).

Faraday também pensava ser possível a produção da corrente elétrica com o concurso de um solenoide (A) para outro (B), ou seja, por um processo de *indução*. A ideia de pesquisar a geração de electricidade a partir da energia mecânica, até então realizada somente por baterias galvânicas ou pelas máquinas elétricas de fricção, surgiu de um questionamento feito à descoberta de Ampère, de que a passagem de uma corrente elétrica num fio gerava um campo magnético. Ora, se isso era possível acontecer, não seria também lógico pensar também o contrário, ou seja, criar uma corrente elétrica a partir de um campo elétrico? Para demonstrar sua teoria da existência da *indução electromagnética* realizou uma experiência muito simples, porém revolucionária até então, que mudaria os rumos da sociedade e todo o modo de vida capitalista. Com essa experiência Michael Faraday deu início a segunda fase industrial da era moderna.

Em outra experiência, utilizou um anel de ferro doce, ao redor do qual enrolou duas espiras, uma em cada metade do anel. Verificou que, ao passar uma corrente pela primeira espira, surgia uma corrente na segunda [a qual ligou um galvanômetro]⁸³. Não conseguiu, porém, explicar por que esse fenômeno ocorria apenas nos instantes em que o circuito era ligado ou desligado, e não nos demais momentos (FERRACINI.2, 1996, p. 20).

No ano de 1831 um grande acontecimento científico ligado ao campo da física ajudou na consolidação da Electricidade enquanto “Física Eléctrica”, ramo ou ciência (*scientia/epistême*, saber, conhecimento determinado) da Física moderna. Esse enunciado não produziu apenas resultados teóricos, mas também práticos, porque permitiu ampliar as técnicas utilizadas na electricidade e no electromagnetismo, o que possibilitou o desenvolvimento de vários equipamentos, como dínamos, transformadores, motores e máquinas eléctricas, entre tantos desdobramentos e invenções.

Uma das maiores datas da história da eletricidade é o ano de 1831, quando Michael Faraday, um ex-encadernador transformado em assistente de Davy, enunciou a *lei da indução eletromagnética*, lei que explicava as experiências de Arago, na qual a imantação do ferro doce durava enquanto uma corrente passasse no circuito; da mesma forma, estabelecia que uma corrente só pode ser produzida num circuito elétrico durante o tempo em que o ímã se desloca no seu interior. Logo que o ímã se imobiliza, a corrente cessa e a agulha do galvanômetro se deslocava no momento exato em que o ímã era introduzido no solenoide, e mais, que o ponteiro se deslocava no sentido inverso no instante preciso em que ele retirava o ímã (DEVAUX, s/d., p. 21).

⁸³ Todas as vezes que se ligava à primeira bobine a bateria, uma corrente aparecia na segunda, isto porque, o galvanômetro a registava. Entretanto, uma corrente eléctrica aparecia também quando a pilha era desligava, mas não soube explicar tanto o primeiro quanto o segundo caso. Nota nossa.

Com a descoberta, Faraday amplia a descoberta de Oersted e Ampère, que haviam demonstrado que uma “corrente eléctrica *estacionária* produzia um campo magnético *estacionário* à volta do circuito, eléctrico onde passava a corrente eléctrica” (RUTHERFORD; HOLTON; WATSON, 1985, 80-81 pp.). A constatação do surgimento do “campo eléctrico *estacionário*” e do “campo magnético dinâmico”, estático ou em movimento, no entanto, não provava, por si só, a possibilidade de uma indução de uma corrente eléctrica a partir daí tarefa que Faraday perseguiu até provar que isto era possível de acontecer. Todavia, Michael não foi o pioneiro na indução eléctrica via magnetismo, porque naquele mesmo ano outro pesquisador também trabalhava o mesmo problema e obteve resultado semelhante e um pouco antes do que Faraday, o norte-americano Joseph Henry.

esta foi feita quase simultaneamente por dois cientistas trabalhando independentemente e em países diferentes. Faraday não foi propriamente o primeiro a produzir electricidade a partir do magnetismo. A indução electromagnética (produção de uma corrente eléctrica a partir do magnetismo) foi, de facto, descoberta primeiro pelo cientista americano Joseph Henry. Henry ensinava nessa altura Matemática e Filosofia numa Academia em Albany, no Estado de Nova Iorque. Infelizmente para a reputação da ciência americana, exigia-se que os professores da Academia de Albany dispendessem todo o tempo em trabalhos relacionados com as aulas a dar. Ficava muito pouco tempo para a investigação. Henry não teve praticamente nenhuma oportunidade para prosseguir o trabalho de aperfeiçoamento e aprofundamento da descoberta que fizera durante o seu mês de férias. Só conseguiu publicar o seu trabalho um ano depois. Entretanto, Faraday fizera uma descoberta semelhante e publicou os seus resultados (DEVAUX, 1985, p. 79).

Faraday teve também uma grande participação no desenvolvimento da Química Moderna pós-Lavoisier, com descobertas de substâncias, elementos, estudos, criações, formulações teóricas, técnicas, desenvolvimento de aparelhos de pesquisa, etc. Os trabalhos químicos de Michael Faraday favoreceram o rápido desenvolvimento da química enquanto ciência moderna, que acusou grande desenvolvimento no século dezanove, com grandes descobertas, teorias, modelos, princípios, etc. Este século presenciou uma nova virada nessa ciência, o surgimento de um novo ramo, a *química orgânica*, que nasceu com as descobertas do alemão Friedrich Wöhler (1800-1882), que conseguiu sintetizar substância orgânica, a ureia, a partir de substâncias inorgânicas; mas também apareceu a química industrial (em que Faraday foi o grande responsável), a petroquímica, a electroquímica, ciências que alavancaram o repertório da produção industrial. Ao voltar os seus esforços e inteligência para a electricidade, que o desviou das pesquisas químicas, cujas descobertas foram também muito importantes, teve o seu trabalho químico ou pouco ofuscado, apesar da expressiva contribuição que fornecera à química.

Em 1832, fundou a eletroquímica e desenvolveu as leis da eletrólise. Neste mesmo ano, recebeu o Diploma Honorário da Universidade de Oxford, sendo homenageado com a medalha Copley da Royal Society, a maior honraria já concedida por ela.

Em 1833 tornou-se Professor Fulleriano de Química na *Royal Institution*. [...] teve importância na química como descobridor de dois cloretos de carbono, investigador de ligas de aço e produtor de vários tipos novos de vidros. Um desses vidros tornou-se historicamente importante por ser a substância em que Faraday identificou a rotação do plano de polarização da luz quando era colocado num campo magnético e também por ser a primeira substância a ser repelida pelos pólos de um ímã. Particularmente, ele acreditava nas linhas de campo elétrico e magnético como entidades físicas reais e não abstrações matemáticas. Porém, suas descobertas no campo da electricidade ofuscaram quase que por completo sua carreira química. Entre elas a mais importante é a indução electromagnética, em 1831 (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, s/d., p. 2).

Coube também ao físico e químico inglês Michael Faraday, através de análises claramente formuladas e experimentações bem conduzidas sobre a electricidade, magnetismo e electromagnetismo, provar, definitivamente, que “a força eléctrica era uma só”: daquela existente na natureza, como o relâmpago, a artificialmente produzida pelo homem ou a encontrada nos nervos dos animais, no peixe-torpedo, nas máquinas electrostáticas, nos músculos das rãs e em outros seres vivos. Os trabalhos de Faraday confirmam as ideias de Franklin sobre a electricidade, compreendida como um fenómeno físico, e não como uma “qualidade especial de certos corpos”, tampouco um ente sobrenatural, metafísico ou místico. Michael Faraday estabeleceu a *capacitância eléctrica*⁸⁴, além de descobrir que a natureza da electricidade é una e invariável, regra válida para a electrostática, termodinâmica e electrodinâmica.

⁸⁴ A mediada de *capacitância*, conhecida também como “capacidade eléctrica”, é registada em *farad*, cujo símbolo é a letra “F”, em maiúsculo. De acordo as normas do Sistema Internacional de Unidades (SI), relaciona-se à capacitância (ou capacidade eléctrica), uma das poucas homenagens que a física deixou em homenagem ao cientista inglês Michael Faraday. “Um farad corresponde à capacidade de armazenamento de energia eléctrica de um capacitor eléctrico [...] ou de um sistema de condutores, entre cujas placas exista uma diferença de potencial eléctrico [tensão] de 1 volt (1 V), quando está carregado de uma quantidade de electricidade igual a um coulomb [1 C].” (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Farad>, s/d., p. 1).

A utilização de fontes de consulta via “Wikipédia”, ao longo do texto doutoral, teve como objectivo principal ajudar a pesquisa exploratória de termos simples. Ou seja, para passar alguma informação mais imediata, melhorando a compreensão de assuntos específicos, fórmulas físico-matemáticas, por exemplo, conceitos complexos em física, química, astronomia, etc. sem a intensão de aprofundar, abalizar, muito menos fechar questões ao longo do texto, em citações, etc. Enfim, trata-se apenas de um recurso *preliminar* de pesquisa exploratória destinada à compreensão didáctica, principalmente de leitores ou pesquisadores não ligados ao campo das ciências experimentais. Em outras palavras, não se configura como fonte de pesquisa de aprofundamento epistemológico, portanto, sem a necessidade de aprofundamento temático ou do objecto em questão, caso de termos, normas ou conceitos, estritos de física, que não é o campo desta dissertação doutoral, posto de História da Electricidade, além do facto do pesquisador ser um pesquisador da área de ciências humanas e não do campo da física, da química, da engenharia. Enfim, de outras ciências do género da ciência físico-matemática. O uso da “Wikipédia”, também em outros casos, usados, por exemplo, para exemplificar acontecimentos históricos, gerais, como da história de Minas Gerais, ou em história da electricidade ou da ciência, segue também a mesma ordem anterior.

As correntes voltaicas, a eletricidade de máquinas de fricção e de relâmpagos, a eletricidade de indução, os efeitos eletromagnéticos, a eletricidade animai [tal como a apresentada por um peixe-torpedo, por exemplo] e até a termoeletricidade [a eletricidade produzida pelo aquecimento de dois metais diferentes, em contato], todos tinham mostrado ser a mesma espécie de eletricidade. Como declarou o próprio Faraday: “A eletricidade, qualquer que seja, é idêntica em sua natureza” (RONAN, 2001, p. 51).

Faraday interessou-se pelo electromagnetismo no período que trabalhava como diretor do laboratório do *Royal Institution* (Ronan, 2001). Esse feliz encontro foi um dos mais importantes da ciência moderna, e que daria novos contornos à civilização, pois suas pesquisas “viriam a ter efeitos de longo alcance tanto na indústria como na ciência” (RONAN, 2001, p. 50). Tão logo apareceram as pesquisas e descobertas de Ampère sobre a corrente eléctrica e o electromagnetismo (através de palestras e leituras dos escritos de Ampère), Faraday começou a reflectir sobre outras possibilidades que poderiam estar presentes na relação da corrente eléctrica com o magnetismo, cujos resultados já relatamos. Esses raciocínios e experiências o conduziram mais tarde a brilhantes descobertas e inéditas teorias, que abriram um novo capítulo à ciência e à técnica, o dos fenómenos electromagnéticos, com resultados práticos, palpáveis e inquestionáveis à modernidade.

Para começar, argumentava que, se a electricidade que corria por um fio produzia efeitos magnéticos, como Ampère tinha demonstrado, o inverso deveria ser verdadeiro – um efeito magnético deveria produzir uma corrente eléctrica. Para testar isso experimentalmente, ele enrolou duas espiras de fio em um anel de ferro. Uma das espirais ia à bateria, e a outra, até um “galvanómetro” [sensível detector de corrente eléctrica], e Faraday verificou que, quando ligava e desligava a bateria, uma corrente eléctrica passava, temporariamente, no outro fio. Evidentemente, isso era gerado por efeitos magnéticos da primeira corrente. Uma segunda, usando uma espiral de fio enroscada em uma haste de ferro e dois ímãs em forma de barra, demonstrou claramente que os ímãs por si sós podiam induzir uma corrente, “uma conversão direta de magnetismo em eletricidade”, como disse Faraday. Sua hipótese provara ser correta. Seguiram-se outras experiências, e a partir delas, ele verificou que uma espiral de fio induziria uma corrente eléctrica em si mesma nos momentos em que uma corrente fosse ligada ou desligada – o fenómeno da “auto-indução” (RONAN, 2001, p. 50).

Essas experiências trouxeram resultados consistentes e duradouros num espaço de tempo relativamente curto, porque a partir da metade do século XIX apareceram o telégrafo (1843-1848) e o telefone, com Antonio Meucci (1860) e Graham Bell (1876⁸⁵). Depois vieram os motores e os geradores eléctricos, donde surgiram, por exemplo, os eléctricos, a primeira forma de transporte público em massa aplicado às grandes cidades e os comboios movidos pela força eléctrica, inventados pelo alemão W.

⁸⁵ Apesar de a história creditar os méritos da invenção do telefone ao escocês Alexander Graham Bell, o primeiro protótipo de telefone foi inventado pelo italiano Antonio Meucci, em Nova Iorque, em 1860.

Siemens, possantes guindastes, elevadores, fornos, fogões e ventiladores eléctricos, entre tantos outros maquinários. As experiências de Faraday conduziram a “toda espécie de resultados práticos – ao desenvolvimento dos bondes eléctricos, e ao suprimento de eletricidade pública (...) ao telégrafo eléctrico e, nas mãos de um inventor como Alexander Graham Bell, ao telefone” (idem, 2001, p. 50). Entretanto, a descoberta da autoindução levantou um problema teórico, que não era original, mas que, na perspectiva de Faraday, tornara-se um sério desafio (2001, p. 50), do que realmente se tratava, e como Faraday enfrentou o desafio, e explicou o fenómeno da autoindução?

Era a questão relativa ao modo de como a eletricidade e o magnetismo podiam afetar um ao outro no espaço vazio: o problema da ação à distância. Faraday propôs a útil e produtiva ideia de um campo. Imaginou que existiam linhas de força magnética, e que estas ficavam tanto mais próximas quanto mais forte fosse o campo magnético. Imaginou também que essas linhas tendiam a se encurtar quando podiam e a se repelir mutuamente. Essas explicações eram compatíveis com o resultado de suas experiências (idem, *ibidem*, p. 50).

Mesmo com a solidez que Faraday imprimira à prática e à discussão teórica da electricidade, em particular ao conceito de linhas de força, magnética e electromagnética, algumas ideias careciam de sustentação matemática, bem como de experimentações comprobatórias, o que não demoraria muito a acontecer. A primeira evidência que mostrou o acerto da teoria das linhas de força magnética de Faraday apareceu com a solução apresentada por William Thomson ao impasse das transmissões telegráficas em longas distâncias (transoceânicas)⁸⁶, que ambicionavam ligar o velho continente europeu ao norte-americano, ou seja, Londres a Nova Iorque.

A falta de estudos matemáticos de Faraday, principalmente no que concerne ao ensino superior, caso do “cálculo diferencial”, impedi-o de avançar mais na teoria eléctrica, de provar ou aprofundar algumas de suas teorias, como as linhas de força (campo de força) e a propagação destas no ar (via *éter*⁸⁷).

⁸⁶ A ideia de construir um grande cabo telegráfico intercontinental, de Londres a Nova Iorque, desafiando as condições climáticas do Atlântico Norte foi defendida por Charles Field, e a primeira tentativa surgiu em 1858. Inicialmente parecia transcorrer tudo bem até que as mensagens começaram a falhar, atrasar, picar ou cortar trechos do texto enviado. Quanto mais aumentava a corrente ou a voltagem nas linhas de transmissão através das pilhas do telégrafo, pior ficava. Para resolver o problema, evitar a ruína dos investimentos e a falência, Field buscou a ajuda de W. Thomson, ainda jovem, atleta e sem a conhecida barba branca, como normalmente o conhecemos. Maiores esclarecimentos vide BODANIS, Davy, *O Universo eléctrico*, Lisboa, Portugal, Editora Grávida, 2008, parte II, 91-110 pp.

⁸⁷ Faraday acreditava que o universo era permeado por um *fluido universal e imponderável*, sobre o qual a luz propagava-se no espaço, ou entre as espiras de uma bobine. O conceito de *éter* é anterior à física aristotélica, Porém, a sua existência naquele contexto devia-se a dificuldade dos filósofos da natureza entenderem o movimento da luz (das linhas de forças ou das ondas electromagnéticas) sem um meio especial de propagação, como a electricidade se utilizava do ferro para percorrer do ponto A ao B. “Os cientistas que defendiam a natureza ondulatória da luz comparavam-na com o som, como um fenómeno ondulatório que necessita de um meio para se propagar, por isso viam a necessidade da existência de um meio vibratório, através do qual a luz se propagaria, pois sem esse não entendiam de que forma a luz das estrelas chegava até a Terra. A esse meio deram o nome de *éter*” (CDCC/USP, in: <http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/node10.html>, s/d., p. 1). A existência de um *éter* invisível inquietou a mente de muitos cientistas, principalmente àqueles que viam a luz como um movimento ondulatório. Newton não via com polémica a questão, pois concebia a luz de forma corpuscular e não ondulatoriamente, diferente de Hooke e Huygens, que a tomavam ondulatoriamente. Faraday descrevia o *éter* (eléctrico) “como uma substância composta por particulas indefinidas, carregadas eletricamente” (idem, s/d., p. 1).

Esta lacuna, porém, não o impediu de construir um sólido trabalho, amplo, profundo e incontestável. O futuro, no entanto, encarregaria alguém de fazer os cálculos matemáticos necessários, a exemplo das equações físico-matemáticas de Newton à Lei da Gravitação Universal, que comprovariam a veracidade de suas teses. A fundamentação matemática dos trabalhos de Faraday e de outras construções matemáticas foi realizada pelo físico, químico e matemático escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), através de suas famosas “equações”. Porém, essas “deficiências matemáticas” não o impediram de se tornar o maior experimentalista da história da ciência e um dos maiores sábios de todos os tempos. Como sói acontecer no gênero humano, apesar da honradez de carácter e da importância das pesquisas, trabalhos e descobertas, Faraday sofreu com a incompreensão, ignorância (*ignoratio, agnosis*, falta de conhecimento, saber) de pessoas de “curta visão científica” de seu tempo. Um exemplo claro disto aconteceu durante uma visita surpresa que a rainha Victória fizera ao laboratório do Royal Institution.⁸⁸

Há relatos de um evento supostamente ocorrido com Faraday que é usado para satirizar aqueles que não conseguem encontrar relevância em trabalhos de pesquisa básica como os desenvolvidos por ele. Certa vez Faraday recebeu uma visita da Rainha da Inglaterra em seu laboratório. Quando a rainha lá chegou, Faraday logo se pôs a mostrar-lhe todas as suas invenções e descobertas. Ao terminar a demonstração a rainha perguntou: / – Mas para que servem todas essas coisas? / Ao que o sábio físico respondeu: / – E para que serve um bebê? (http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday, 2015, p. 3).

Para concluir, é necessário frisar, que a genial, humilde, veneranda e incorruptível figura do britânico Michael Faraday⁸⁹ não foi responsável apenas por uma nova e revolucionária fase da electricidade, mas próprio surgimento do mundo moderno, no qual vivemos e desfrutamos, sinónimo de um mundo construído pela química e a energia eléctrica. Na verdade, este mundo que vivemos foi o que ele ajudou a construir.

⁸⁸ Nome completo da academia: Royal Institution of Great Britain.

⁸⁹ Conta-se que Faraday recusara pensões, cadeiras de físicas em universidades e o título nobiliárquico de barão, ofertado pela rainha Victoria. O verdadeiro objectivo de Michael Faraday, como ele mesmo dissera, era “servir a humanidade”.

Vivemos num mundo eléctrico. Todos usamos luz eléctrica. Todos usamos motores eléctricos nas nossas casas: gravador, triturador, aspirador, aquecedor, frigorífico, etc. Todos ouvimos rádio e vemos televisão. A indústria usa motores eléctricos para acionar as suas máquinas. Viajamos em comboios eléctricos. Mesmo os nossos automóveis têm arranque eléctrico. Um mundo sem electricidade é hoje quase inconcebível.

As ideias básicas sobre a produção de electricidade e muitas das suas aplicações bem como a primeira ideia de ondas electromagnéticas, têm a sua origem no trabalho de M. Faraday. Por vezes ele é chamado o "Pai da Electricidade", mas talvez uma melhor descrição seja feita por Sir William Bragg: "O homem que tornou possível a engenharia eléctrica" (ARAGÃO; CALAPEZ; LEITÃO; MARTINS; MOUSACO, 1994, p. 1).

Consta também na história electricidade o memorável de James Watt (1736-1839), técnico e inventor escocês, embora nada tenha ele produzido, pelo menos directamente, à electricidade. Watt é cognominado o "pai da máquina-a-vapor", porém não foi o seu inventor⁹⁰, mas aquele que aperfeiçoou a técnica, que revolucionou a história humana, responsável directa pela Revolução Industrial. A relação de Watt com a electricidade diz respeito apenas à criação de um sistema métrico de força mecânica, o "cavalo-vapor" ("Horse-power", "HP"), *medida de potência* que serviu de base para aparelhos e medidas específicas em electricidade. Mas qual a relação da força animal (*pata de um cavalo*⁹¹) com a força consumida nas máquinas-a-vapor.

⁹⁰ O primeiro protótipo de máquina a vapor, no entanto, ocorreu em Alexandria, Egipto (III a.C.), com o "mágico" Heron. Compunha-se de uma simples esfera oca de cobre furada nas extremidades em que havia dois canudinhos. Heron enchia a esfera d'água pela metade e a colocava sobre um braseiro. A água, a ferver, obrigava o vapor sair pelos dois orifícios laterais, fazendo a esfera girar (princípio da expansão dos gases, utilizado 20 séculos antes por Newcomen, Stephenson, Watt e outros), para o espanto de todos, que pagavam pelo espectáculo.

⁹¹ Referência de força/energia de trabalho desperdido. "Uma vez que se usava o trabalho de cavalos para continuar movendo os moinhos na ausência de ventos, Watt usou-os como referência para definir a força da máquina a vapor. Verificou-se que um cavalo podia levantar 33.000 libras de água a uma altura de um pé em um minuto, e definiu-se que o mesmo aconteceria tanto com cavalos quanto com as máquinas utilizadas para substituir o trabalho dos mesmos. Assim nasceu a unidade de medida *horsepower*, termo inglês que literalmente significa "força de cavalo" (WIKIPÉDIA, s/d., p. 1). O problema inicial levantado por Watt pode ser resumido em: "Qual a potência de um cavalo" e "qual seria sua relação com a força do vapor"?

As máquinas de Watt, diziam, eram muito diferentes de qualquer outra antes vista. Elas gastavam apenas a quarta parte do combustível utilizado por uma máquina de Newcomen, fazendo um trabalho semelhante. Era quase inacreditável! Seu inventor havia gasto muitos anos de estudo para desenvolvê-las – “estudo de muitos anos”, como apareceria mais tarde no jornal, “e uma grande variedade de experiências caras e trabalhadoras”. [...] Em 1782 um cliente encomendou-lhe um motor de serraria. [...] O motor deveria ter a potência de aproximadamente doze cavalos.

Se para o proprietário do moinho esses dados significavam algo, para Watt eram penosamente imprecisos. Isso tinha de ser planejado com muita precisão!

Quanta força, por exemplo, um cavalo pode realmente exercer? Quanto trabalho, na realidade, um cavalo seria capaz de produzir? [...] finalmente concluiu que um cavalo poderia erguer cerca de 15 mil quilos, à distância de 30 centímetros, em 1 minuto. [...] poderia agora estimar a potência que o motor precisava ter. Mais ainda, ele poderia utilizar a potência de qualquer uma de suas máquinas e valorizá-las de acordo com esses dados (SPROULE, 1992, p. 38, 49).

O nome de Watt é inseparável ao da máquina-a-vapor, com a qual o homem aprendeu a controlar uma poderosa força, a energia do *vapor*, técnica que transformou completamente o mundo e abriu caminho para o progresso do século XIX. A máquina-a-vapor, no entanto, ainda que situada numa época de efervescência científica não careceu da ciência moderna. De modo muito simples, a técnica da máquina a vapor nasceu com Thomaz Newcomen, George Stephenson, e expandiu-se por intermédio de James Watt, o mais representativo modelo de pesquisador e inventor do gênero. A máquina-a-vapor substituiu a força secular do *braço humano* e *animal*, realidade dominante desde os primeiros passos da civilização humana.

A força no Mundo Antigo era a força humana; tudo dependia, em última instância, do músculo humano, o músculo de homens ignorantes e oprimidos. Um pouco de músculo animal, suprido por bois de carga, tração de cavalos etc., era toda a contribuição estranha. Onde se tinha que suspender um peso, homens é que o suspendiam; onde uma rocha se tivesse de quebrar e partir, homens é que a quebravam e partiam; onde um campo tivesse de ser arado, homens e bois é que o aravam; equivalente romano de um navio a vapor era a galera, com as suas fileiras de esfalfados e desgraçados remeiros (WELLS, 1970, p. 269, vol. 8).

Os novos tempos, ditados pela máquina-a-vapor, a grande responsável pela Revolução Industrial, podem ser resumidos nesta fala: “Havia uma ordem no universo que, no entanto, já não era ordem do passado. Havia um só Deus, chamado vapor, que falava pela voz de Malthus, McCulloch e os demais que possuíam máquinas” (HOBBSAWM, 2001, p. 190). Segundo Well (1972), antes de a electricidade e demais ciências e técnicas modernas surgirem, outra revolução acontecera, a “Revolução Mecânica” (WELLS, 1970), e com ela a máquina-a-vapor, tese defendida também por Hobsbawm.

Foi James Watt, um fabricante de instrumentos matemáticos de Glasgow, quem aperfeiçoou a bomba a vapor e tornou possível o seu aproveitamento na movimentação de maquinismos. A primeira instalação a vapor montada para tal fim, foi a de um descaroador de algodão de Nottingham, em 1785.

Em 1804, Trevithik adaptou a máquina de Watt ao transporte e construiu a primeira locomotiva. Em 1825, a primeira estrada de ferro, entre Stockton e Darlington, foi aberta ao tráfego (WELLS, 1970, p. 255, 256).

O trabalho com o vapor contou também com a ajuda de um expoente George Stephenson. Stephenson também não era cientista, matemático, químico ou físico, mas “um ignorante da ciência, embora capaz de pressentir o que movia uma máquina: mais um superartesão do que um técnico” (HOBBSAWM, 2001, p. 279). Por questão de justiça histórica e científica, o “inventor da máquina a vapor” foi o britânico Thomas Newcomen (1664-1729). A invenção de Newcomen era utilizada para retirar água acumulada no fundo das minas, que punha a perder precocemente as minas de carvão⁹². Coube a James Watt a solução definitiva do problema, com logo no primeiro *projecto-protótipo* de máquina a vapor. Watt é um personagem de alta proeminência e notoriedade. A medida de *potência eléctrica* criada por “Watt” tem esse nome em sua homenagem. James Watt não teve formação superior, apenas técnica⁹³. A genialidade de Watt, no entanto, expressa pela facilidade de aprender, e aplicar a teoria à prática, capacidade de planejamento e de experimentação científica, bem como sua inventividade compensou sobejamente a falta de formação universitária.

Um capítulo especial da História da Electricidade está registado, neste caso sem nenhuma contestação, dúvida ou injustiça, com o nome de mais um escocês, físico e químico de respeito, e um genial matemático, James Clerc Maxwell, talentos que fizeram dele um extraordinário cientista teórico. Um dos feitos de Maxwell foi o trabalho de fundamentação matemática de princípios e teorias electromagnéticas de Michael Faraday. A comprovação matemática das ondas electromagnéticas, a partir dos trabalhos iniciais de Heinrich Rudolf Hertz e Oliver Logde, por exemplo, fez surgir o telégrafo sem fio (inventado por Marconi), rádio (de vários inventores e erroneamente atribuído unicamente a Marconi), consequentemente, das telecomunicações modernas. Precocemente, aos 15 anos elaborou um trabalho matemático inédito que descrevia um “método para traçar curvas ovais e enviou-o à filial escocesa da Royal Society” (FERRACINI.1, 1966, p. 27). Com a idade de 30 anos Maxwell “tornou-se o primeiro professor da cadeira de Física Experimental em Cambridge... [mas] não demonstrou grande entusiasmo pela função, pois não apreciava o magistério” (idem, 1966, p. 28). Pouco tempo depois de ingressar em Cambridge passou a dedicar-se ao estudo matemático dos gases.

⁹² Alternativa à grande demanda de energia exigida pela Revolução Industrial, em decorrência do esgotamento da exploração da madeira.

⁹³ Todo o conhecimento mecânico necessário James Watt conquistou como aprendiz de John Morgan, “em Cornhill, no centro de Londres” (SPROULE, 1992, p. 11), nos moldes das antigas Corporações de Ofício, no caso, na “mecânica do latão”.

estudando matematicamente o comportamento dos gases, chegou à conclusão teórica de que suas moléculas se movem em todas as direções e com todas as velocidades possíveis, chocando-se elasticamente entre si e contra os obstáculos. Mostrou que a maioria delas, porém, se moveria com velocidades intermediárias, ou seja, que o melhor indicador do estado de agitação interna de um gás seria a velocidade média de suas moléculas. Isso lhe permitiu concluir que a temperatura de um corpo podia ser interpretada em termos dessa velocidade média molecular. Tais conclusões foram decisivas para se poder abandonar a antiga teoria do “fluido calórico”, segundo a qual o calor seria uma espécie de substância que se transferiria do corpo mais quente ao mais frio (idem, *ibidem*, p. 27).

Maxwell foi um dos maiores cientistas e génios da humanidade, com resultados surpreendentes na química, física, electricidade e electromagnetismo. Foi um exímio matemático – o maior matemático da física eléctrica – e um físico de primeira grandeza. O trabalho dedutivo-matemático e experimental, hercúleo e genial, de Maxwell, diga-se de passagem, principalmente porque teve vida muito curta, vivendo apenas 48 anos, foi da mais alta relevância para a ciência, que se revelaria certo e de grande utilidade, principalmente no que diz respeito às ondas electromagnéticas ou de rádio; denominadas também mais tarde de ondas *hertzianas*, em homenagem Hertz. Porém, se “Hertz tinha descoberto as ondas de rádio; como se acabou constatando, porém, isso foi apenas uma das consequências do trabalho de Maxwell” (RONAN, 2001, p. 52). A extraordinária habilidade de calcular e fazer análises matemáticas do britânico despontou-se ainda muito cedo em sua vida.

James Clerc Maxwell mostrou ter habilidade para a matemática. Com apenas 15 anos, redigiu um trabalho apresentado um método para traçar curvas ovais e enviou-o à filial escocesa da Royal Society. Os estudiosos ali encarregados de analisá-lo duvidaram que tivesse sido feito por alguém tão jovem.

Um ano depois, Maxwell conheceu o escocês Nicol [...] com esse contato, Maxwell se interessaria também pela Óptica.

Aos 19 anos passou a estudar Matemática na Universidade de Cambridge. Sete anos mais tarde, demonstrou teoricamente que os anéis de Saturno deviam ser de constituídos de partículas sólidas, pois, se fossem formados de líquidos ou gases, não teriam estabilidade para se manter em rotação (FERRACINI.1, 1996, p. 28).

Em 1864 encontrou sua vocação científica, o estudo teórico-matemático da electricidade e do magnetismo, e passou a dedicar-se ostensivamente ao estudo das teorias de Michael Faraday, objectivando conseguir uma formulação matemática dos fenómenos eléctricos e magnéticos. Uma de suas brilhantes conclusões teóricas foi de que a “electricidade e o magnetismo são, em essência, uma mesma coisa. Além disso, Maxwell previu, com suas formulações, que a oscilação de uma carga eléctrica produz um campo magnético” (FERRACINI.1, 1996, p. 28). Os cálculos matemáticos efectuados por Maxwell naquele momento sobre a velocidade de propagação do campo magnético levaram-no ao valor de “300.000.000 m/s: essa era a própria velocidade da luz, já calculada experimentalmente por Fizeau e Foucault” (idem, 1966, p. 28). Fez várias conclusões inéditas, mas

alterou o pensamento de Faraday a respeito da teoria da existência do *éter* ou de um “fluido universal”, imaterial e universal, que preenche todo o universo, meio (condutor) sobre o qual a luz, o calor radiante e as ondas electromagnéticas se propagavam.

É interessante notar que todas essas conclusões inéditas foram obtidas exclusivamente a partir de cálculos e considerações teóricas, sem que fosse possível desenvolver experimentos que as confirmassem. Até então conheciam-se, além da luz visível, apenas as radiações infravermelhas e ultravioletas, mas Maxwell previu que existiam outras, de comprimentos de onda diferentes, o que seria confirmado mais tarde por Hertz.

Maxwell, porém, acreditava que as ondas eletromagnéticas não se propagavam no vácuo, mas utilizavam a intermediação do *éter*, fluido que estaria em todo o universo, em meio à matéria e nos espaços desprovidos dela. Essa concepção seria rejeitada pelos pesquisadores que o sucederam (idem, *ibidem*, p. 28).

O prodigioso e talentoso trabalho matemático de Maxwell o conduziu a uma das mais importantes contribuições da ciência teórica ao homem. A teoria do electromagnetismo, por exemplo, com o tempo demonstrou ser também de grande utilidade prática e tecnológica. Os aparelhos que trabalham com as ondas electromagnéticas, como o rádio e a televisão, por exemplo, só foram possíveis porque seus cálculos (as famosas *equações de Maxwell*) estavam correctos e corresponderam exactamente com os dados experimentais. Maxwell é aclamado também como o maior teórico e grande “visionário” da física moderna, pois algumas de suas teorias demonstradas em suas famosas equações somente foram comprovadas tempos depois. O grande legado de Maxwell, a teoria do electromagnetismo – confirmação e avanço às ideias de Faraday – é estudada nos dias actuais tal qual foi formulada há mais de um século. O ano de 1861 foi marcante para ele e a ciência da física, pois que havia conseguido colocar

correntes, cargas elétricas e magnetismo em um esquema abrangente, pressupondo um *éter* para explicar como as correntes elétricas e seus variados campos magnéticos estavam sempre interagindo. [...] No entanto, era mais do que isso, pois as implicações de seus resultados matemáticos eram impressionantes. As equações de Maxwell tinham chegado para expressar o comportamento de uma corrente elétrica e que seus campos magnéticos associados eram semelhantes, todos os aspectos, às já determinadas para expressar o comportamento das ondas de luz [...] Assim, o que Maxwell mostrou foi que a luz devia ser uma onda eletromagnética de alguma espécie e, inversamente, que as ondas de luz deviam ser passíveis de reflexão, refração e todos os efeitos que as ondas de luz sofrem. Mais ainda, seus resultados demonstravam que deviam existir radiações de menores ou maiores comprimentos de onda do que a luz (RONAN, 2001, p. 52, vol. IV).

O empenho de Maxwell à causa do electromagnetismo resultou na construção da “teoria do electromagnetismo”, teoria inicialmente defendida por Faraday, a quem Maxwell conhecera pessoalmente, mas que precisava de suporte matemático. As conclusões matemáticas obtidas por Maxwell no campo da electricidade foram publicadas em seu célebre *Tratado sobre electricidade e magnetismo*, obra que marcou um novo capítulo na história da ciência moderna, e um imenso avanço nos horizontes da física e da técnica eléctrica e electrónica. Matematicamente Maxwell demonstrou, por exemplo, que a luz, o calor (pesquisas realizadas a partir do trabalho matemático de William Thomson, ou Lorde Kelvin) e as linhas de força de Faraday eram vibrações, cientificamente demonstráveis, logo reais, e não interessantes conceituações.

Ao discutir a electricidade e o conceito de linhas de força, Faraday afirmou que o espaço devia estar cheio de tais linhas e que, talvez, a luz e o calor radiante fossem vibrações que viajavam ao longo delas. Mas essa idéia necessitava de uma análise matemática completa que lhe desse precisão, se se pretendesse que ela se tornasse algo mais que uma afirmação interessante. O homem que aceitou esse desafio foi um escocês, James Clerk Maxwell [1631-1879]. [...] O interesse de Maxwell pelo assunto surgiu tanto nos encontros como na correspondência com Faraday, e também por causa de um trabalho de Kelvin tinha realizado em 1842, quando estudante em Cambridge. Kelvin comparara a carga em um corpo, gerada por uma máquina eléctrica, com o modo como o calor se alastra em um corpo quente, grande o bastante para que detalhes do seu contorno possam ser desprezados [...] Surpreendentemente, seus resultados mostraram que as respostas matemáticas ao problema eléctrico eram semelhantes. Como colocou Maxwell, o trabalho de Kelvin “introduziu na ciência matemática a idéia da ação eléctrica conduzida através de um meio contínuo”; era uma idéia proposta por Faraday, mas nunca antes trabalhada com detalhes matemáticos (idem, 2001, p. 51).

As equações matemáticas de Maxwell⁹⁴ trouxeram vários benefícios à ciência, principalmente à electricidade, trabalho esse que incentivaria o surgimento de novas instituições científicas, inclusive o de um novo ramo da Engenharia, a Engenharia Eléctrica. Estas novas instituições impulsionaram extraordinariamente os já ampliados horizontes científicos dos séculos XIX e XX, para não dizer também do século XXI.

⁹⁴As equações de Maxwell correspondem a “um grupo de equações diferenciais parciais que, juntamente com a lei da força de Lorentz, compõe a base do eletromagnetismo clássico no qual está embebido toda a óptica clássica. O desenvolvimento das equações de Maxwell, e o entendimento do eletromagnetismo, contribuíram significativamente para toda uma revolução tecnológica iniciada no final do século XIX e continuada durante as décadas seguintes” (https://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%B5es_de_Maxwell, s/d., p. 1).

James Clerk Maxwell [1831-1879], inspirando-se nos modelos físicos de Faraday e na matemática de Thomson, tentou desenvolver uma teoria matemática do electromagnetismo. Maxwell considerou primeiro um éter imaginário cheio de roldanas e rodas com movimentos muito lentos. Depois, foi gradualmente chegando a um conjunto de equações que descreviam as propriedades dos campos eléctrico e magnético. Descobriu-se mais tarde que estas equações tinham um sucesso notável. Primeiro descreviam com bastante precisão os efeitos eléctricos e magnéticos já conhecidos. Para além disso, levaram Maxwell a prever novos efeitos que se baseavam na ideia de uma perturbação que se propagava ondulatoriamente nos campos eléctrico e magnético. A velocidade que ele previu para estas ondas electromagnéticas tinha aproximadamente o mesmo valor que o valor obtido para a velocidade da luz. Esta semelhança de valores sugeriu-lhe a possibilidade de que talvez a luz fosse uma onda electromagnética (RUTHERFORD; HOLTON; WATSON, 1995, p. 3).

Todavia, Maxwell não explorou apenas a electricidade, pois seus trabalhos sobre a natureza dos gases, do calor e da luz foi brilhante e digno de muitos elogios. A termodinâmica rende-lhe também alguns tributos por conta de suas análises sobre os gases, cujas conclusões foram “decisivas para se poder abandonar a antiga teoria do ‘fluido calórico’, segundo o qual o calor seria uma espécie de substância que se transferia do corpo mais quente ao mais frio” (FERRACINI³, 1996, p. 28). Com apenas 33 anos Maxwell descobriu os encantos da electricidade, por leituras, e por conta da influência de Faraday sobre ele. O trabalho de formulação matemática do electromagnetismo tomaria o resto de sua vida o que haveria de torná-lo conhecido mundialmente, respeitado e célebre, na física eléctrica e matemática, um dos capítulos luminosos da história da ciência.

A partir de 1864, dedicou-se a formular matematicamente as teorias de Faraday sobre o magnetismo, conseguindo obter equações simples que permitiam escrever tanto os fenômenos eléctricos quanto os magnéticos. Ficava assim teoricamente demonstrado que a electricidade e o magnetismo são, em essência, uma mesma coisa. [...] Em Cambridge, publicou os trabalhos de Henry Cavendish sobre a electricidade, feitos no século anterior e que ainda permaneciam desconhecidos. [...] Maxwell morreu poucos dias antes de completar 48 anos. Descreveu-se como profundamente religioso e muito feliz no casamento (idem, 1965, 28-29 pp.).

O nome de Maxwell deve sempre ser reverenciado, ao lado de outros, como Cavendish, Franklin, Faraday, Lavoisier e Volta. Sem o seu trabalho muitas das coisas que usamos e tomamos como normais ou triviais em nosso dia a dia seriam praticamente impossíveis. A contribuição de Maxwell para o electromagnetismo foi teórica e matemática, através de suas famosas “equações”, porém, elas não somente comprovaram as teorias electromagnéticas Michael Faraday como permitiram a compreensão teórica e prática das ondas electromagnéticas, o que colocou a humanidade directamente em contacto com as comunicações sem fio (wireless): com o rádio, a televisão, a telefonia sem fios, a transmissão

via satélite, as micro-ondas, a internet, o telemóvel⁹⁵, etc. “É interessante notar que todas essas conclusões inéditas foram obtidas exclusivamente a partir de cálculos e considerações teóricos, sem que fosse ainda possível desenvolver experimentos que as confirmassem” (idem, *ibidem*, p. 29).

Maxwell dedicou sua vida à investigação da electricidade, do magnetismo, da luz e da relação entre ambos. Entretanto, não se limitou apenas em fundamentar matematicamente os trabalhos de Faraday, mesmo tendo sido uma de suas maiores contribuições à ciência da física, pois que focara também nos trabalhos de Ampère, Kelvin e Gauss. Ao dedicar-se ao trabalho de Kelvin e Gauss, Maxwell chegou a conceitos importantíssimos, como os relacionados ao electromagnetismo e a radiação que seriam vislumbrados por Einstein e num novo ramo da ciência Física, a Física Quântica, algumas décadas à frente. A conclusão de Maxwell era que tantos os campos eléctricos quanto os magnéticos eram dotados do carácter de propagação ondulatória semelhante ao observado com a luz (*ibidem*, 2001). Diferentemente de outras descobertas eléctricas e da ciência moderna, as ondas de rádio (electromagnéticas), a maravilhosa descoberta da esfuziante “Bela Época”, entretanto,

não veio nem das oficinas nem dos laboratórios, e sim do quadro negro. Foi uma conquista da ciência pura, revelação de um matemático de gênio, James Maxwell, que demonstrou com suas equações a existência das ondas. Só restava aos operosos pesquisadores a tarefa de produzi-las. [...] Maxwell tinha previsto que alguém o conseguiria utilizando a descarga de um condensador em uma bobina de auto-indução. [...] Todas as tentativas foram inúteis. [...] Foi preciso esperar até 1887, quando um físico da Universidade de Bonn, Hertz, conseguiu produzir as ondas que trazem seu nome. [...] Foi assim estabelecida, sob forma rústica, a primeira comunicação por meio de ondas (DEVAUX, 1996, p. 35, 36).

As equações de Maxwell marcaram o fim de um áureo período da electricidade e do electromagnetismo e criaram uma ainda maior. Esta nova era seria responsável pela transmissão electromagnética (ondas de rádio), onde se destacaram uma vasta gama de cientistas e inventores que mudaram novamente o foco e o rumo da civilização humana, e criaria as telecomunicações. Este foi o caso de Nikola Tesla, engenheiro, pesquisador e inventor, poliglota, pacifista e humanista admirável, hábil em vários sectores da física, da engenharia eléctrica e das telecomunicações. Há também o francês Edouard Branly (inventor do “coesor”⁹⁶), o sacerdote brasileiro Padre Roberto Landell de Moura (1861-1928), um dos criadores do rádio e de outras invenções, e o italiano Guglielmo Marconi (1874-1937), o criador do telégrafo sem fio (“Wireless Telegrafia”⁹⁷), e muitos outros, mas já enquadrados dentro da ciência das telecomunicações. Retornando novamente, a Maxwell:

⁹⁵ Nome usado em Portugal para aparelho de telefonia móvel, denominado de “celular” no Brasil.

⁹⁶ Este aparelho tinha a finalidade de captar as ondas hertzianas, princípio indispensável à futura telegrafia sem fios e ao próprio rádio (“radioelectricidade”), sem a qual não existiriam.

⁹⁷ Esta invenção já havia sido produzida e patenteada pelo cientista brasileiro Roberto Landell de Moura. Marconi é um personagem muito controvertido, acusado de plágio de invenções de outros inventores, como Nikola Tesla.

O ano de 1864 marca o fim desse primeiro período científico. Naquele ano, o físico escocês James Clerk Maxwell publicou sua *teoria Eletromagnética da Luz*. Não somente ela harmonizava todos os conhecimentos adquiridos anteriormente, dando-lhes base matemática, como lançava uma hipótese genial, quase mágica, que iria introduzir os físicos no domínio das ondas eletromagnéticas (DEVAUX, s/d., p. 25).

Mas a vida deste grande cientista escocês, porém, fora muito breve, da mesma forma que a de Heinrich Hertz, o mesmo cientista que, curiosamente, comprovaria laboratorialmente as equações matemáticas de Maxwell, a respeito da existência das ondas eletromagnéticas, pois viria morrer poucos dias antes de completar 48 anos.

Evidentemente que a história da electricidade não se confinou aos cientistas que registamos, mesmo que seus trabalhos fossem os mais importantes, pois outros também escreveram e escreverão ainda nas páginas da história eléctrica.

A história da electricidade não termina aqui. Sabemos que os electrões se propagam pelos cabos condutores; graças a esse conhecimento, inventámos os telefones, os telégrafos, as lâmpadas e os motores eléctricos. Há uma força oculta, turbilhonante, que impele os electrões – força esta que, instigada quanto baste, é capaz de vibrar como uma onda, deixar os cabos e derramar-se pelo espaço. Devemos a esta força a rádio, o radar e as versões miniaturizadas destes dois dispositivos, que utilizamos nos nossos telemóveis. Os físicos quânticos descobriram que os electrões se podiam propagar em grandes saltos, ou então permanecer aparentemente imóveis, em níveis de baixa energia [...] (BODANIS, 2008, p. 213).

A história da electricidade é dinâmica e em plena evolução, haja vista a história dos computadores, de enormes dimensões, de válvulas e transístores, de Alan Turing (1912-1954) aos microcomputadores, de Steven Paul Jobs (1955-2001) e Bill Gates (1955-!), dentre outros. Aonde a electricidade irá nos levar é um exercício de pura especulação filosófica ou análise científica rigorosa, esforço de predição histórica ou ritual futurologista. Esperamos, no entanto, que venha ajudar o homem a realizar-se, transvestir-se em Fada⁹⁸, e que não se converta em arma escatológica terminal, ou em mais um Cavaleiro do Apocalipse.

CAPÍTULO IV: HISTÓRICO PANORÂMICO DO DESENVOLVIMENTO DA ELECTRIFICAÇÃO NO SÉCULO XIX

⁹⁸ A “Fada da Electricidade” foi o último dos mitos da electricidade, que surgiu no apogeu da evolução electroeletrónica, cuja magia e encantamento fez com que os populares pensassem seus pendores advindos de um ente sobrenatural. Os grandes cientistas, como Franklin, Edison, Pierre Curie, deuses do Olimpo, estão retratados num painel belíssimo de autoria do pintor Raoul Dufy (1877-1953), intitulado também de “A Fada Electricidade”.

O surgimento da electrificação, comparada à história da electricidade, à qual pertence, foi um fenómeno rápido, universal e comum a um grande número de povos e países do mundo. Em curto espaço de tempo, a começar pelas potências europeias (Alemanha, Grã-Bretanha, França, Bélgica, Itália) e a América do Norte (Estados Unidos e Canadá), países periféricos, como Brasil e Portugal, logo se beneficiariam dos recursos da electricidade, que estava a revolucionar o mundo do final do século XIX e começo do XX. O rápido crescimento da produção eléctrica decorreu do grande interesse de grandes grupos empresariais, industriais, comerciais e económico-financeiros, públicos e privados, nos produtos criados pela técnica e ciência⁹⁹ eléctrica. O desenvolvimento da energia eléctrica não somente foi reflexo como causa de muitos dos radicais e exuberantes movimentos ocorridos na sociedade europeia, americana e mundial, oriundos da dupla revolução (Revolução Industrial e Revolução Francesa, científica e tecnológica), período delineado pelo crescimento comercial, industrial, financeiro, expansão urbana, crescimento cultural e educacional. Esta relação provocou uma grande transformação na sociedade, de cunho económico social (influência da Revolução Industrial), político (influência da Revolução Francesa e das campanhas napoleónicas), e urbanístico dos grandes centros industriais (Londres, Berlin, Viena, Paris, Bruxelas, Roma, Nova Iorque, Tóquio). Isto leva à conclusão de que *electricidade* e *electrificação* são partes de uma mesma equação, a do *progresso*, irmãos siameses, palavras quase sinónimas, e de tal modo interligadas que quando se fala de uma não há como não mencionar ou não perceber a existência da outra; e que falar do progresso é o mesmo que falar de ciência, técnica e tecnologia (Revolução científica).

⁹⁹Este foi o caso da Grã-Bretanha que desde o final da Idade Moderna e começo da Idade Contemporânea havia acumulado grandes somas de capitais, e que foram prontamente aplicados no financiamento de indústrias, institutos de pesquisas, etc. dentro e fora do bloco das nações britânicas. O desenvolvimento técnico e científico da Bélgica decorreu da contracção de empréstimos junto aos bancos britânicos, e o maior empecilho à industrialização americana no final do século XVIII, por exemplo, era a falta de capitais para investimentos.

A utilização da eletricidade nos espaços urbanos esteve associada aos conceitos de progresso técnico e modernização urbana que marcaram o século XIX. Com o fim de pôr em prática as ideias urbanísticas e higienistas em vigor na altura e garantir a segurança, a saúde e o bem-estar das populações urbanas, os governos e os poderes municipais das principais cidades europeias procuraram tomar uma série de medidas para criar ou modernizar os sistemas de iluminação, de abastecimento de água ou de escoamento de esgotos. Exigindo soluções técnicas, por vezes complexas, a criação das infraestruturas urbanas foi um campo de inovação técnica que, a partir dos centros urbanos em que se registara um maior progresso económico-social e uma maior modernização nos equipamentos e infraestruturas, se difundiu para os outros centros urbanos. Na transferência da tecnologia e na sua posterior adoção a novos espaços urbanos os engenheiros tiveram um papel determinante, pois eram eles os detentores de conhecimentos técnicos que permitiam adequar a tecnologia importada às características de cada espaço urbano. A aplicação da eletricidade à iluminação pública e privada e aos transportes verificada a partir das últimas décadas do século XIX foi também tributária da difusão dos conhecimentos técnico-científicos, da mobilidade dos “experts”, da internacionalização das empresas e da transferência de tecnologia (MATOS, 2012, p. 2).

A geração, condução, distribuição e venda de electricidade, medida em Quilowatt – hora ¹⁰⁰ (kWh), para residências, fábricas, iluminação pública, empresas públicas e privadas, propriedades rurais é um produto consequente e inseparável do modelo de produção capitalista, fincado e estruturado nos processos crescentes de industrialização, levada adiante na segunda fase da Revolução Industrial. Nessa fase, a electricidade e qualquer outro produto científico-tecnológico, derivados da indústria química e metalúrgica, tornaram-se empreendimentos de grande lucratividade, escapando do controlo directo do cientista, técnico ou inventor, para a indústria, comércio e empresários, subordinando-se às leis do mercado, à margem muitas vezes à ética ou moral. A modernidade exigirá demandas crescentes de energia para além das fontes energéticas tradicionais: a madeira¹⁰¹, o carvão mineral (hulha), cera, óleos animais, derivados do petróleo, força eólica (moinhos de vento) e hidráulica (moinhos e demais motores à água, como aconteceu na expansão da produção têxtil das propriedades rurais inglesas do final do século XVIII). O frenético ritmo de crescimento económico, financeiro, político e social do século XIX, a expensas do deus do *Progresso*, consequência da Revolução Industrial na Europa, à liderança

¹⁰⁰ Lê-se “quilowatt”, e corresponde a quantidade de energia eléctrica produzida numa usina – após o processo de *elevação* e *redução* da voltagem, pelos “transformadores de *Elevação* e de *Redução*” – e conduzida às fábricas, residências, iluminação pública, etc. A medida da produção para o uso e consumo da energia eléctrica é o “Quilowatt hora”. Estas siglas fazem parte de conceitos e medidas-padrão de aceite universal.

¹⁰¹ Reservas que se encontravam esgotadas na maioria dos países europeus, levando inclusive à destruição das florestas, a exemplo da Floresta Negra. A hulha, portanto, foi a mola propulsora da Revolução Industrial, principal fonte de energia à máquina a vapor nas fábricas britânicas, por exemplo. A Segunda Revolução Industrial exigia maiores demandas energéticas, o que tornava imperativo o uso de novas fontes de energia, caso específico da electricidade.

da Grã-Bretanha e dos Estados Unidos da América, novas formas de energia adquirem importância estratégica e vital.

A energia é o princípio activo de todas as transformações, e todo o progresso produtivo é transformativo; por outras palavras, nenhuma produção é possível – e, conseqüentemente, nenhum consumo, no sentido da satisfação das exigências vitais do ser humano e das exigências e das aspirações a formas superiores de vida – sem a intervenção da energia. Daí que a energia seja hoje considerada como factor determinante do progresso, substituindo o ouro e as pedras preciosas como padrão de riqueza das nações – e até, mais modernamente, o próprio conceito de “reservas de ouro” como factor de estabilidade monetária e, portanto, do poder de compra dos salários. Mas não apenas a posse de reservas energéticas, como principalmente a capacidade de as aproveitar através de tecnologias de transformação valorativas (MARIANO, s/d., p. 19).

O progresso dos anos oitenta e noventa do século dezanove é inseparável da ciência e da técnica, principalmente da electricidade. Ciência e tecnologia, aliada à indústria, ao crescimento urbano, ao aumento da produção e da força de trabalho, estimuladas por novas ideias filosóficas, a exemplo do Positivismo (evolução do pensamento iluminista centralizado na ciência), implantaram uma nova fase, era ou desdobramento, igualmente revolucionário, da Revolução Industrial, a “Revolução Científica e Tecnológica”; que por sua vez levou rapidamente a Europa e a América do Norte a um rápido crescimento, desenvolvimento e prosperidade, enriquecimento, poder, mas também disputas e conflitos. Europa e mundo adquirem novos contornos, filosófico tecnológico, artístico, cultural, social e educacional, com novos recortes geopolíticos, comerciais, económicos e ideológicos.

O capitalismo industrial e financeiro produz grande quantidade de excedente de produção e de capital, o que exige novos mercados consumidores e produtores de matéria-prima, farta e barata, o que levou ao imperialismo e a corrida colonialista às Áfricas e a Ásia. Historicamente, economicamente e politicamente, a “mudança na atitude das potências europeias, explica-se principalmente, pelas modificações verificadas no capitalismo após 1830. Com o crescimento da industrialização surge no capitalismo europeu **crises de superprodução**” (MELLO; COSTA, 1995, p. 202). Mas quais foram as diferenças da primeira fase da Revolução Industrial (dominada pelo comércio), com a segunda, do imperialismo, onde o capitalismo, com a ajuda da ciência e da técnica, da indústria e do capital impõe, às nações hegemónicas, uma forte e acentuada disputa?

A expansão colonial, durante a Revolução comercial, centralizou-se prioritariamente sobre o continente americano. Já o imperialismo da segunda metade do século XIX teve como cenário principal a Ásia e a África. A primeira era orientada para ampliar e engrandecer a riqueza do Estado, acumulando ouro e prata no tesouro das metrópoles, utilizados para financiar e manter as armadas e o exército.

O **novo imperialismo**, por sua vez, beneficiava a **alta burguesia** das grandes potências, gerando mercado para as mercadorias produzidas e oferecendo novos locais para emprego do excedente de capital. Esse fato se explica pela transformação ocorrida no capitalismo durante a Segunda revolução Industrial, quando a produção e o capital concentram-se em grandes monopólios e os banqueiros e industriais uniram-se, dando origem a uma nova modalidade de capitalismo, o **financeiro** (idem, 1995, p. 203).

Esse foi o movimentado cenário em que a produção eléctrica floresceu e transformou completamente a civilização humana. Trata-se do período histórico mais expressivo do *Homo sapiens* no planeta, responsável por produzir no mundo uma violenta mudança, e em curtíssimo tempo, não somente no âmbito técnico-científico, mas também económico, político, cultural, social e educacional. Com toda justiça, Mario Mariano¹⁰² destacou que esse “processo civilizacional do Homem, um factor recente – na sucessão milenária dos acontecimentos históricos – deve ser inscrito com letras de ouro na nossa memória colectiva” (MARIANO, s/d., p. 19). Isto porque, segundo ele, foi capaz de dissolver velha nódoa que perseguia a humanidade desde os primeiros tempos da civilização, “a abolição da escravatura” (idem, s/d., p. 19).

Historicamente, o acto de abolição deve ser considerado como uma consequência dos progressos obtidos no domínio do reconhecimento das liberdades e garantias da pessoa humana; mas é significativo que o facto histórico se verifique quando o homem consegue, pela primeira vez de forma efectiva, captar parcelas importantes das energias existentes no Universo e transformá-las, por meio de máquinas, em energia útil que aplica às tecnologias de fabrico dos produtos necessários à vida. É a conjugação dos três factores – energia, máquina, tecnologia – que marca o início da 1ª Revolução Industrial, caracterizada por uma extrema dependência do homem em relação à máquina, que só a automatização de processos (como a electromecânica e, em nossos dias, com a electrónica) logrará atenuar ou [quase] anular (idem, *ibidem*, p. 19).

Em terras lusitanas a História da Electricidade e da Electrificação mereceu de seus pesquisadores, em várias áreas do conhecimento (teóricas e práticas) e actividades profissionais, a contar por pesquisadores, engenheiros, físicos, historiadores, comunicadores, professores, pertences ou não às universidades, maior atenção. Neste tocante, podemos encontrar um bom número de livros, artigos, monografias, dissertações de mestrado e teses doutorais, bem elaborados, documentados e em grande

¹⁰² Engenheiro, Professor universitário, doutor e historiador português contemporâneo da electricidade.

profusão, diferente do Brasil, onde pouca coisa existe e muito ainda há por se fazer, no que toca ao resgate historiográfico da electricidade. Um deles é a inexistência de uma grande obra (“Tratado”), ampla e historicamente fundamentada, que descreva com mais amplitude e riqueza de detalhes, em níveis académicos, a história geral da electricidade e seu desenvolvimento nas terras de Cabral. Ou seja, dos gregos, com Tales, Idades Média, Moderna e Contemporânea, aos dias actuais. Outra enorme lacuna existe em relação à origem do processo de electrificação ocorrido no final do século XIX e a relação com a electricidade, usinas, utilização, propósitos e fins da electrificação em terras brasileiras. Isto, porém, não ocorre em Portugal, pois que se encontram muitos trabalhos a tratar de assuntos gerais e específicos da História da Electricidade e da electrificação, em geral, e na capital portuguesa. Neste particular, os historiadores e pesquisadores portugueses tiveram também o cuidado de elaborar uma óptima síntese da história eléctrica, a exemplo do livro editado pela EDP, a Cia. de produção Eléctrica de Portugal: “A Electricidade em Portugal – dos primórdios à Segunda Guerra Mundial” (MATOS, *et alii*, 2004),¹⁰³ antes de chegar ao objectivo propriamente dito da pesquisa, a criação e o desenvolvimento histórico da electricidade em Portugal.

A electricidade colocou o *Homo sapiens* no mais alto patamar jamais registado na história da civilização, mas a maioria dos homens e das mulheres praticamente muito pouco ou quase nada sabe como a electricidade é constituída, como e porque funciona: ligamos um interruptor, a TV, e teclamos no telemóvel, e ficamos por aí mesmo.

Com o desdobramento da ciência e da técnica eléctrica o homem moderno exerceu o primeiro controlo efectivo sobre os elementos naturais, tais como o frio (aquecedores eléctricos), o calor (ventiladores), a protecção dos raios atmosféricos (para-raios) e, principalmente, o domínio da escuridão (luz eléctrica). A escuridão (ausência ou precariedade da presença da luz) era um dos mais apavorantes fenómenos para o homínido primitivo. À noite, o homem das cavernas, às cegas e indefeso, ficava refém do medo e das grandes feras. Os “medos ancestrais” ou “atávicos”, como o pavor das tempestades e das descargas eléctricas atmosféricas, o ruído estrondoso do trovão, entre outros elementos naturais, à teoria psicanalítica freudiana, criou-se uma grande energia psíquica e ontológica, plenamente justificável à época, presentes ainda, inconscientemente, no homem moderno. Temores e “fobias” são alguns exemplos da sobrevivência dessas forças primitivas, transmitidas geneticamente e manifestas através de “sentimentos atávico-instintivos” (o *archétypon* de Jung). Contudo, este comportamento aparentemente esdrúxulo e paradoxal é um dos mais importantes mecanismos de defesa à sobrevivência humana produzida pela *Psyché*. Finalmente, após milénios, o medo da escuridão é controlado pela ciência via engenharia eléctrica, com a invenção da lâmpada eléctrica, constituindo-se numa das maiores contribuições de todos os tempos para o Homem.

Antes de 1880 o homem havia utilizado de diversos tipos de substâncias a combustão, como querosene, azeite, cera de abelha, óleo animal¹⁰⁴, petróleo e gás de destilação (MARIANO, s/d., p. 51)

¹⁰³ MATOS, Ana Cardoso de *et ali*. (2004) – *A Electricidade em Portugal: Dos Primórdios à 2ª Guerra Mundial*, Lisboa, Portugal, EDP; Museu da Electricidade, 2004.

¹⁰⁴ O principal combustível utilizado no passado para a iluminação doméstica ou pública era o óleo ou azeite de baleia, retirado das grossas capas de gordura desse gigante animal marinho, que os protege das baixas temperaturas das águas oceânicas, e um dos produtos mais cobiçados do comércio internacional. Além da carne,

para a iluminação pública e doméstica. O uso do gás surgiu na segunda metade do século XIX e tornou-se monopólio de grupos económicos poderosos da época que controlavam a produção e distribuição, da fonte de geração aos locais de consumo, serviços que rendiam consideráveis receitas pecuniárias, prestígio e poder às empresas e industriais envolvidas no negócio. Até à metade do século XIX, o gás era a principal alternativa de iluminação nos grandes centros urbanos. Antes da revolução provocada pela electricidade, o gás constituía-se num dos grandes avanços da sociedade humana, um dos ingredientes distintivos do início da revolução urbana observada nas grandes metrópoles da Europa e da América do Norte, que posteriormente se expandiu para outras cidades e continentes.

A produção de gás a partir da destilação da hulha está na origem do primeiro sistema de iluminação com alimentação autónoma, ligada a instalações industriais de investimentos concentrados (fábricas de gás), o que obriga à formação de grandes empresas, e representa uma completa alteração dos antigos sistemas dependentes de uma renovação de combustível por processos manuais.

As primeiras aplicações do gás à iluminação datam do princípio do séc. XIX, e a primeira Companhia concessionária de iluminação pública a gás foi constituída em Londres, em 1812. Alguns anos depois, na noite festiva de Ano-Novo de 1819, os candeeiros a gás faziam a sua aparição na Place du Carrousel, em Paris (MARIANO, s/d., p. 41).

O carvão mineral foi o principal combustível fóssil utilizado na Revolução Industrial. O carvão é o resultado do processo de fossilização da matéria-viva, constituída por diversos vegetais pré-históricos, grande parte formada por *pteridófitos* – vegetais inferiores, com falsas raízes (*rizoides*), sem sementes ou frutos, como as samambaias e avencas, mas também de *gimnospermas*. Estes, apesar de serem vegetais superiores, possuidores de sementes, não têm frutos, destaque ao cipreste, eucalipto, sequoia, pinheiro, araucária, procedentes do período carbonífero superior (idem, s/d., p. 25), durante milhões de anos. Carvão e máquina-a-vapor são sinónimos, seres correlatos e inseparáveis, e não há como falar de Revolução Industrial sem a energia produzida pela queima da hulha. Da mesma forma, não dá para falar de 2.^a Revolução Industrial sem o concurso dos derivados fósseis do petróleo (formados pela deposição de restos de vegetais e animais nos leitos de lagunas e mares há milhões de anos atrás), da química industrial e da energia eléctrica.

a procura do precioso óleo, que se atribui também virtudes terapêuticas, foi um dos motivos da caça discriminada das baleias, principalmente nos Oceanos Atlântico e Pacífico, levando-as quase ao extermínio.

O carvão mineral é o resultado duma série de transformações sobre a matéria-prima vegetal depositada desde épocas remotas em fundos pantanosos, lagunas ou deltas fluviais, constituída por hidratos de carbono complexos (carbono, oxigénio, hidrogénio). A origem vegetal do carvão não oferece dúvidas, dada a grande quantidade de fósseis vegetais que se encontram integrados na sua massa, ou até em rochas formadas na mesma época geológica. Assim, o calor obtido pela combustão do carvão não é mais que a libertação da energia solar armazenada por fotossíntese em resíduos orgânicos mortos.

A passagem da madeira a carvão corresponde a um processo transformativo, ocorrido ao longo de muitos milhões de anos, cujos principais agentes são as bactérias formadas a partir da própria matéria-prima, as quais se desenvolvem em resultado de reacções anaeróbias que têm lugar sob águas estagnadas, a pressões e temperaturas elevadíssimas, liberando-se anidrido carbónico e metano e aumentando o teor de carbono. Ao mesmo tempo, a estrutura fibrosa da madeira transforma-se em estrutura microcristalina, característica dos carvões (idem, *ibidem*, p, 25).

Todavia, o gás, aquele produzido pelo carvão ou derivados petrolíferos, possuía muitos inconvenientes. Era explosivo e tóxico (provocava irritação dos olhos), tinha cheiro forte que provocava dores de cabeça, sujava ou manchava o ambiente, além de ser muito susceptível a incêndios. Era também um combustível perigoso para a saúde. A inalação do monóxido de carbono (CO)¹⁰⁵, que pode surgir com a queima do gás, pode provocar morte súbita, rápida e silenciosa, por asfixia, consequência da competição directa com o O₂ e CO₂ na hemoglobina durante o processo de troca gasosa (CO₂ por O₂) realizado no interior dos alvéolos pulmonares.

¹⁰⁵ Se a troca do CO₂ (dióxido de carbono) por O₂ (oxigénio molecular) através das moléculas de hemoglobina no interior das hemácias é um processo físico-químico reversível, com o CO não, pois sua “acoplagem é definitiva”, o que pode levar à morte por parada respiratória, rápida, indolor e silenciosa.

Em final da década de 70, apesar dos progressos observados na iluminação de chama, nenhum dos iluminantes se mostrava inteiramente satisfatórios para a generalidade das utilizações: a quantidade de luz emitida era escassa, e demasiado calor produzido; a luz, bruxuleante; os produtos de combustão poluíam a atmosfera; e o cheiro – sobretudo de gás – provocava náuseas. Mas era também o perigo dos incêndios, principalmente em teatros, quase todos os iluminados a gás, onde a existência de materiais altamente inflamáveis transformava o risco em fatalidade; ou, como afirmou Charles Garnier, arquitecto do célebre Teatro de Ópera de Paris, após o incêndio que, em 1874, o destruiu completamente em poucas horas: “Tout théâtre est fartement voué à la l’incendie”.

Contra a iluminação a gás, acresciam ainda os perigos de asfixia e de explosão provocados por fugas das canalizações. Finalmente, duma maneira geral, os rendimentos obtidos eram muito baixos comparados com os máximos teóricos, havendo a esperar uma redução substancial dos custos de iluminação.

O cenário assim descrito mostra a existência de dum amplo mercado aberto a fontes de iluminação de características mais aperfeiçoadas (idem, s/d., 41-42 pp.).

As companhias de gás em princípio opuseram-se à implantação da iluminação eléctrica nos núcleos urbanos ou rurais, porque temiam perder as vantagens do mercado, mas em razão dos problemas acima descritos acabaram por ceder. A adesão de poderosos capitães de indústrias que perceberam na energia eléctrica a possibilidade de auferirem maiores vantagens económicas foi outro motivo para a gradativa substituição do gás pela energia eléctrica. Poderosos empresários do ramo tão logo perceberam o potencial económico da electricidade passaram a investir no sector. No final do século XIX a disputa pelo mercado da electricidade gerou uma acirrada competição entre os industriais do sector eléctrico. George Westinghouse realizou uma grande cruzada a favor da corrente alterna defendida por Nikola Tesla, disputante com a corrente contínua defendida por Thomas Alva Edison, episódio denominado de “guerra das correntes”. Mas isto só foi possível porque outros pesquisadores, na Europa e na América do Norte, aperfeiçoaram o gerador de corrente contínua de Gramme. Em 1850, “Fourneyron, Jouval e Fontaine na França, Thomson na Inglaterra, e Francis e Pelton nos Estados Unidos” (DEVAUX, s/d., p. 31), aperfeiçoaram as turbinas hidráulicas, ampliando, assim, as possibilidades de geração eléctrica. Para que os novos aparelhos e dispositivos eléctricos funcionassem em escala acentuada (social) foi preciso também produzir energia eléctrica em grande quantidade, para o suprimento da demanda de bairros, cidades, países e continentes. Esta necessidade tornou-se possível com a invenção dos dínamos e alternadores eléctricos de maior potência (CC/AC), a começar por aquele que conseguiu alcance industrial e comercial, o “anel de Gramme” (vide anexo 18), “a primeira máquina eléctrica que se prestava a ser comercialmente difundida” (idem, s/d., p. 27). Os geradores e alternadores electromagnéticos tornaram-se necessários porque a pilha de Volta e associações (baterias eléctricas) geravam electricidade de boa qualidade, mas em quantidade muito reduzida. Mas qual a diferença entre dínamos e alternadores?

O alternador é baseado no mesmo princípio que o dínamo. Naquela época não se diferenciava d'este senão pela ausência do coletor. O belga Van Malderen, da Companhia Aliança, fabricou um alternador utilizado para a iluminação. Deslocando uma barra de ferro doce sucessivamente dentro e para fora de uma bobina, produzem-se alternadamente duas correntes de sentido inverso. Esse vaivém de um ímã no interior de uma bobina engendra então uma corrente eléctrica que percorre essa bobina, ora num sentido [quando o ímã entra bobina], ora noutro [quando o ímã sai da bobina]. A *corrente alternada* é esta sucessão de duas correntes de sentidos contrários. É caracterizada pela frequência (idem, s/d., p. 26).

Por intermédio das técnicas disponíveis alguns industriais e banqueiros investiram prestígio e capital na construção de usinas eléctricas na Europa e na América do Norte. O pioneiro dessa actividade foi Thomas Alva Edison (1882) que construiu três usinas eléctricas de pequeno porte, uma em Londres e duas na América, todas em corrente contínua. Porém, a geração de CC era baixa e somente poderia ser utilizada por moradores da região, e abrangia cerca de cem metros do local de geração. Em uma palavra, por causa da grande resistência gerada nos fios de transmissão, a energia eléctrica, no sistema utilizado por Edison, não podia ser transportada a grandes distâncias, o que limitava qualquer projecto de expansão, pois implicava construir uma usina praticamente a cada cem metros de distância uma da outra. O problema seria solucionado com a adopção da corrente alternada, que podia ser transportada, sem problemas, a grandes e a altas voltagens, para compensar as perdas pela resistência eléctrica ao longo do caminho, conforme assevera a lei de Ohm.

O primeiro homem de negócio que explorou comercialmente a CA foi outro norte-americano, o magnata industrial e inventor George Westinghouse, no ano de 1886, com a ajuda de um transformador inventado por William Stanley, necessário para aumentar ou diminuir a tensão eléctrica circulante nos cabos de transmissão. Como Edison e seu grupo defendiam o sistema de CC, isto o levou a confrontar-se directamente com Westinghouse. Esse confronto gerou uma acirrada e histórica luta entre duas correntes eléctricas e três personagens, episódio mencionado como a “Guerra eléctrica”. Os ânimos começam a se exaltar quando Westinghouse conhece Nikola Tesla, numa demonstração pública do sistema eléctrico trifásico de corrente alternada, alimentada por um dínamo trifásico por ele inventado em 1890. O sistema de Tesla superava em muito o de Edison, pois era capaz de gerar altas voltagens de electricidade e transportá-las a longas distâncias. Westinghouse propõe a Tesla¹⁰⁶ sociedade, o que ele aceita, vendo também nisso uma oportunidade de uma a desforra a Edison que o enganara, quando se colocou a seus serviços logo que chegou da Croácia. O auge da *guerra eléctrica* agravou-se quando a Comissão das Cataratas do Niágara (fronteira do Canadá com os Estados Unidos) ofereceu cem mil dólares a quem conseguisse utilizar o enorme potencial hidráulico daquelas águas para gerar electricidade e transportá-la ao Estado de Nova Iorque. Westinghouse, com a técnica de Tesla, vence a disputa, ganha fama e embolsa o prémio, provando definitivamente para o mundo que a técnica de

¹⁰⁶ N. Tesla foi o grande construtor e incentivador do sistema de corrente eléctrica alternada, iniciado com a invenção do gerador eléctrico trifásico. Assim, em 1882, “descobre o fenómeno do campo girante e concebe o fenómeno do campo girante e concebe um motor de corrente alternada de que, em 1883, realiza oficialmente o primeiro modelo” (MATOS, 2004, p. 21).

Tesla de produção e transmissão eléctrica via corrente alterna¹⁰⁷ estava certa, e a de Edison não. Edison, no entanto, não concorrera apenas com George Westinghouse, pois a rivalidade fazia parte das indústrias e demais empresas capitalistas norte-americanas principalmente no ocaso do século XIX, sendo comum a prática de cartéis e trustes muitas vezes desleais, mesmo porque a competição era uma característica intrínseca do capitalismo americano.

A indústria norte-americana foi marcada pela rivalidade, a partir de 1880, entre suas três maiores empresas: Thomson-Houston [dos inventores Elihu Thomson e Edwin Houston], Edison [do inventor Thomas Edison] e Westinghouse [do engenheiro e inventor George Westinghouse]. A Edison e a Thomson-Houston se fundiram em 1892, formando a General Electric [GE], com o suporte financeiro do poderoso capitalista J. P. Morgan. [...] A hegemonia dessas duas empresas pode ser explicada por três fatores: superioridade tecnológica [junção da técnica com a ciência], controle de patentes e poderio financeiros na sua retaguarda ¹⁰⁸ (MAGALÃES, 2000, p. 31).

O sistema trifásico de corrente eléctrica AC de Nikola Tesla, humanista, desprendido, altruísta e ético, mudaria completamente o mundo. O croata pensava a energia eléctrica como um património da humanidade, a ser transmitida pelo ar, via “bobine de tesla”, e cedida gratuitamente a todos, ideologia que os poderosos grupos económicos e políticos capitalistas mundiais da época não podiam admitir. Tesla morreu quase falido, depois de doar à humanidade boa parte da vida, de talento, inteligência e muito trabalho, em uma série de invenções, patentes, projectos e ideias. Nikola Tesla verdadeiramente “iluminou o mundo”, ao contrário do rival, Edison, que acalentou por anos essa ambição. Todavia, ao contrário de Edison, que recebeu da América e do mundo glórias e honrarias, Tesla tornou-se o mais injustiçado personagem da história da electricidade.

¹⁰⁷ Diz-se da corrente eléctrica que possui “frequência de 50 ciclos (hertz) por segundo”, ou seja, que muda de sentido 50 vezes por segundo, contrária da corrente contínua, que “não alterna”, “não muda de sentido”.

¹⁰⁸ O esforço de George Westinghouse em competir com o seu arqui-inimigo Thomas Alva Edison, por não ter capital próprio para investir e por não conseguir novos investidores acabou por levá-lo a falência. Nota nossa.

Antes de falar em Edison, Tesla, “guerra das correntes”, ou de qualquer engenheiro, inventor ou rico empresário capitalista, John P. Morgan, por exemplo, banqueiro e financista dos projectos e invenções eléctricas de Edison, ligados ao ramo eléctrico da geração, transmissão, distribuição e controlo da energia eléctrica: é importante lembrar que foi preciso aperfeiçoar o gerador de corrente contínua inventado por Zénobe Gramme (o “anel de Gramme”), que em última análise resumia-se no processo da “auto-excitação das máquinas de corrente contínua” (idem, s/d., p. 31).

Nas primeiras décadas [de 1800], o campo magnético era produzido por ímãs (magnetos). Utilizaram-se a seguir eletroímãs (dínamos), com que se obtinha um campo magnético mais intenso e de maior potência, mas a bobina de excitação tinha de ser alimentada por uma bateria de pilhas. Surgiu a ideia de eliminar essa fonte auxiliar de corrente alimentando a bobina do dínamo com a própria tensão que ela mesma desenvolvia entre seus bornes ou com a própria corrente que produzia. É o que se chama auto-excitação, em paralelo (ou “shunt”) no primeiro caso e em série no segundo caso. Essa auto-excitação inicia-se por si própria quando a máquina é posta em funcionamento graças ao magnetismo remanescente que subsiste no aço, produzido pelos estados magnéticos anteriores (*ibidem*, p. 31).

Assim, entre outras utilizações, a energia eléctrica foi gradualmente aplicada como uma alternativa à antiga iluminação das velas (sebo, cera), de candeeiros, lanternas ou luminárias a óleo de baleia, a querosene ou a gás, produzida através do carvão e do petróleo. Outra alternativa facultada pela electricidade foi à substituição de comboios a vapor pelos eléctricos, na movimentação urbana com o uso de eléctricos/bondes, de aparelhos electrodomésticos diversos, dos motores hidráulicos, a vapor e eólicos pelos dispositivos electromagnéticos. Mas havia outros elementos de ordem filosófica, técnica, científica e económica, psicológica e social, desencadeados pelas ideias revolucionárias procedentes dos novos ares das Revoluções Industrial, Francesa e Científica, para a adopção triunfante da iluminação e de outros serviços eléctricos. Essas ideias ou ideologias tinham a ver com o desejo de renovação e de mudança (progresso) que a sociedade do fim do século dezanove ansiava por conseguir, a “felicidade geral”.

Mas há que se ter ainda em conta a posição da opinião pública, que o culto cientista do séc. XIX tornava permeável a todas as invenções e inovações técnicas, e que um grande desejo de mudança para uma nova civilização fazia acreditar nos benefícios duma “revolução pela ciência”, que haveria de promover a felicidade de todos os cidadãos (MARIANO, s/d., p. 52).

A primeira forma de iluminação pública por intermédio do uso da electricidade surgiu com o dispositivo eléctrico do *Arco voltaico* (“ovo eléctrico”). Humphry Davy, em 1802, descobriu quase que acidentalmente que a aproximação de dois terminais de carvão ligados aos polos de uma bateria de Volta gerava uma luz com um brilho muito intenso.¹⁰⁹ Abria-se, assim, o primeiro passo para o fim do

¹⁰⁹ A reconstrução em 1881 do Teatro da Ópera de Paris, destruído no incêndio de 1874, teve como grande novidade a troca da antiga iluminação a gás pela eléctrica, através de lâmpadas de arcos voltaicos. O brilho do

estado de temor provocado pela escuridão, que até então atormentava os homens, a ser finalmente vencida pelo *Homo sapiens*, depois de séculos e séculos de submissão ao milenar domínio atávico das trevas.

Este aparelho de vidro tinha a forma de um ovo. Possuía um eletrodo em cada extremidade e uma abertura munida de uma válvula que permitia fazer progressivamente o vácuo no seu interior. Davy observou que a passagem da corrente produzia centelhas entre os eléctrodos, aos quais se enfraqueciam à proporção que a válvula ia fazendo o vácuo. Um momento chegava em que as centelhas desapareciam, enquanto uma estranha luz difusa [a primeira luz eléctrica artificial] enchia o tubo.

Um soprador de vidro¹¹⁰ alemão, de nome Geissler, idealizou, em 1831, tubos de diversos formatos, nos quais havia feito o vácuo permanente; mas essas primeiras ampolas, muitas delas de formas irregulares, produziam apenas uma fraca iluminação¹¹¹ (DEVAUX, s/d., 27-28 pp.).

O Arco voltaico foi a “primeira lâmpada eléctrica” de uso comercial utilizada no lugar dos métodos tradicionais, o que aconteceu em torno de 1870, empregada inicialmente na iluminação residencial, posteriormente na iluminação pública ou em outras instalações externas. Foi um dos primeiros produtos eléctricos a despertar o interesse do empresariado capitalista europeu e norte-americano em relação aos produtos disponibilizados pela electricidade. Contudo, além da necessidade de produzir lâmpadas logo se percebeu que era também preciso gerar grandes quantidades de energia eléctrica, o que serviu de estímulo ao desenvolvimento de geradores eléctricos melhores e mais eficientes. O primeiro sistema de iluminação de lâmpadas de arco voltaico com um gerador associado foi o de Charles Francis Brush (1849-1929), um filantropo, empreendedor e inventor norte-americano. A lâmpada de arco voltaico, por sua vez, tinha também problemas e limitações, como ruídos e brilho intenso, o que a tornava inadequada às aplicações de pequeno porte, principalmente domésticas. A obrigatoriedade de estarem ligadas em série era outro inconveniente, pois, quando uma queimava ou avariava, “abria-se o circuito eléctrico”, e todas as demais montadas no circuito apagavam-se, o que prejudicava a iluminação de grandes áreas ou na iluminação pública. A luminosidade do arco eléctrico não provinha da incandescência de filamentos¹¹², mas por se aproximar os polos (*eléctrodos*), positivo e negativo, existentes dentro da cúpula de vidro (“ovo de vidro”).

A combustão instantânea das partículas de carbono desprendidas das extremidades e atraídas para um dos polos do arco voltaico eléctrico explicava a luz de intenso brilho do “arco eléctrico”, pois elas faziam a corrente eléctrica circular do cátodo (polo positivo) ao ânodo (polo negativo), que, ao se

arco voltaico é tão intenso que era usado em alguns projectores cinematográficos em grandes salas de projecção (MARIANO, s/d.).

¹¹⁰Nome milenar do artífice-construtor de vidros na Idade Média e Moderna. Nota nossa.

¹¹¹ O episódio demonstra mais uma vez que dificilmente alguém parte do zero absoluto, em ciência, técnica ou invenções. Davy partiu de um trabalho anterior com os tubos a vácuo para construir o “ovo eléctrico”. Ele fez uso de uma informação técnica pré-existente, utilizando-se, portanto, de uma “cultura elaborada”.

¹¹² A alta resistência do material empregado no filamento das lâmpadas incandescentes faz com que os electrões transmitidos pela corrente eléctrica, não podendo seguir livremente adiante, choquem-se uns com os outros, o que gera calor e luz intensa.

esquentar, iluminavam-se. Entretanto, “êstes eletrodos se consumiam rapidamente e o bom funcionamento das lâmpadas exigia uma regulação manual contínua” (DEVAUX, s/d., p. 31).

Tornava-se assim necessário inventar uma lâmpada eléctrica comercialmente e economicamente viável, de produção barata e que durasse muito tempo sem se queimar. É necessário afirmar que Thomas Edison não foi o primeiro, tampouco o único a inventar algum tipo de lâmpada eléctrica, mesmo de filamento incandescente, pois outros também o fizeram¹¹³. A lâmpada de incandescência de Edison (1820) foi a primeira construída em escala comercial, e com certeza a maior invenção da genialidade de Thomas Edison, ao lado do fonógrafo, mimeógrafo, projector cinematógrafo, cilindro fotográfico. Destarte, se o nome de Davy está associado à invenção da *lâmpada de segurança*, de suma utilidade para o trabalho dos mineiros, a invenção da lâmpada do *arco voltaico* – o famoso “ovo eléctrico” – foi também outra grande invenção do filósofo da natureza inglês.

A maravilhosa lâmpada incandescente do americano Thomas Edison colocou a iluminação ao alcance de todos. A difusão comercial da lâmpada incandescente dependia das qualidades do seu filamento: luminosidade e sobretudo durabilidade. Edison descobriu e provou que a fibra de bambu carbonizada era uma das matérias que suportavam durante mais tempo êsse gênero de combustão no vácuo (DEVAUX, s/d., p. 32).

A iluminação pública e privada – ruas, praças, avenidas, prédios, residências, instituições, monumentos e indústrias – constituiu-se numa das primeiras actividades económicas e comerciais a utilizar a electricidade, e envolvia companhias públicas e privadas, programa posto inicialmente em acção por Edison em 1780. Essas empresas somente puderam existir com a invenção dos dínamos eléctricos (aparelhos electromagnéticos geradores de electricidade), que teve no “anel de Gramme”, o primeiro gerador eléctrico em escala industrial. Mas a iluminação não foi a única responsável pelo fenomenal crescimento da sociedade europeia, norte-americana e mundial. Com o domínio britânico, a Índia foi um dos primeiros países periféricos a se beneficiar da electricidade, no final do século XIX e início do XX, pois logo apareceram outras aplicações eléctricas, como já mencionado.

¹¹³ As controvérsias sobre a invenção da lâmpada eléctrica é vasta e calorosa e envolve outros nomes além do inventor americano, entre os quais o do alemão naturalizado norte-americano Heinrich Göbel (1818-1893). Em 1883 uma matéria de jornal colheu seu depoimento que afirmava ter sido o primeiro a produzir lâmpadas eléctricas incandescentes com filamento de carbono em 1854, 25 anos antes de Edison. Todavia, Göbel não patenteou a invenção e Edison sim, razão da “invisibilidade” de seu nome na historiografia das lâmpadas eléctricas. Para evitar concorrentes, em 1885, Edison processou todos os fabricantes de lâmpadas incandescentes, acusando-os de violação de patente, o que ilustra o quanto ganancioso, interesseiro era o seu espírito “científico”.

A utilização da eletricidade nos espaços urbanos esteve associada aos conceitos de progresso técnico e modernização urbana que marcaram o século XIX. Com o fim de pôr em prática as ideias urbanísticas e higienistas em vigor na altura e garantir a segurança, a saúde e o bem-estar das populações urbanas¹¹⁴, os governos e os poderes municipais das principais cidades europeias procuraram tomar uma série de medidas para criar ou modernizar os sistemas de iluminação, de abastecimento de água ou de escoamento de esgotos. Exigindo soluções técnicas, por vezes complexas, a criação das infraestruturas urbanas foi um campo de inovação técnica que, a partir dos centros urbanos em que se registara um maior progresso económico-social e uma maior modernização nos equipamentos e infraestruturas, se difundiu para os outros centros urbanos¹¹⁵. Na transferência da tecnologia e na sua posterior adoção a novos espaços urbanos os engenheiros tiveram um papel determinante, pois eram eles os detentores de conhecimentos técnicos que permitiam adequar a tecnologia importada às características de cada espaço urbano. A aplicação da eletricidade à iluminação pública e privada e aos transportes, verificada a partir das últimas décadas do século XIX, foi também tributária da difusão dos conhecimentos técnico-científicos, da mobilidade dos “experts”, da internacionalização das empresas e da transferência de tecnologia (MATOS, 2012, p. 2).

Ao final do século dezanove a submissão da electricidade ao capitalismo industrial e financeiro é clara e evidente, ao contrário da etapa anterior, dominada pela Primeira Revolução Industrial. Em conformidade à filosofia económica de Marx, com o desenvolvimento do capitalismo burguês, a electricidade torna-se uma *mercadoria* valiosa, capaz de produzir ganhos altamente lucrativos. Consequentemente, o interesse económico-financeiro sobrepôs-se a todo e qualquer “altruísmo científico”, passando encima da ética, da moral e do bem colectivo, para o interesse pessoal, caso de Thomas Edison, Guglielmo Marconi, Westinghouse, Morgan e de muitos outros. Daí para frente não há mais lugar para investigadores éticos e humanistas, ou abnegados benfeitores, como Stephen Gray, Henry Cavendish, André-Marie Ampère, Michael Faraday, Joseph Henry, Georg Ohm, William Thomson, Nikola Tesla, ou lugar para inventores descapitalizados. Cientistas, técnicos e inventores, agora, terão que optar entre ser um poderoso empresário, vender suas ideias, projectos, protótipos ou sua força-de-trabalho para os capitães de indústria.¹¹⁶

É notório o desenvolvimento da indústria electromecânica e electrónica na oitava e nonas décadas do século dezanove, e começo o século XX. A descoberta de componentes eléctricos, a começar da lâmpada incandescente, do diodo a vácuo (que faz a corrente eléctrica fluir num único sentido), e das

¹¹⁴ MATOS, Ana Cardoso de; SILVA, Álvaro Ferreira da, “Foreign capital and problems of agency: the Companhias Reunidas de Gás e Electricidade in Lisbon (1890-1920)”, *Revista de Historia TST, Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*, n.º 14, 2008, p. 143-161. Nota da autora.

¹¹⁵ Idem nota acima.

¹¹⁶ A intromissão do capitalismo burguês na sociedade moderna alteraria radicalmente um velho pressuposto filosófico vigente desde a Grécia antiga, o “saber desinteressado” (“produto do *ócio*”). A partir da segunda fase da Revolução Industrial o *fim* da Ciência, como outrora fora da Filosofia, que não será mais o *saber em si* ou o bem-estar geral do ser humano, mas o “*negócio*” lucrativo.

válvulas electrónicas: válvula de arco de mercúrio (retificador de corrente alterna para motores de CC); do *thyatron* (tipo de válvula electrónica que em lugar do vácuo tinha um gás ionizável, *neon* ou *xenônio*), válvula de tríodo (dispositivo amplificador da corrente eléctrica), descoberta, controlo e aplicação das ondas de rádio por Hertz, aparecimento do transistor, etc. são algumas explicações para o súbito crescimento da electricidade. Essas invenções abriram espaço para a fabricação de rádios, televisores, transmissores de grandes potências, TVs, gravadores, etc. Outro impulso para o desenvolvimento da electricidade e da electrónica deveu-se também aos altos investimentos no setor por grandes empresas da América do Norte e Europa. Na América do Norte podemos citar a *Edison General Electric Company* (1890) do conhecido Thomas Alva Edison (1847-1931) e na Europa a *Siemens und Halske* (1847) do matemático, físico, engenheiro, inventor e capitão de indústria alemão Ernest Werner Von Siemens (1816-1892).¹¹⁷

No início do século XX, a partir de experimentos realizados por Edison, que introduziu um eletrodo com potencial positivo em sua lâmpada de filamento para evitar que houvesse deposição de material no bulbo, Ambrose Fleming identificou a capacidade deste dispositivo atuar como retificador, ou seja, converter uma alimentação CA em CC. Uma vez que a produção de electricidade se faz em CA, essa invenção possibilitou o processamento da energia eléctrica de forma a se adequar às cargas CC.

Foram também desenvolvidos outros dispositivos retificadores, como as válvulas a arco de mercúrio, mais adequada à indução de corrente devido ao plasma criado pelo arco. Seu uso permitiu substituir as aplicações de potência elevada, devido à maior capacidade de com os grupos motores geradores para produção de corrente contínua necessária aos sistemas de tração (POMPILIO, 2012, p. 3).

Um dos grandes desafios colocados à industrialização e comercialização de aparelhos, dispositivos, componentes eléctricos e electrónicos naquele contexto histórico era a divulgação do trabalho e da produção técnica, principalmente ao se considerar que a electricidade ainda era novidade para um grande número de pessoas e países, compradores em potencial de produtos. Neste sentido, um instrumento dos anos cinquenta, as *Exposições universais*, revelou-se um colaborador indispensável à venda e divulgação de produtos, tecnologias, invenções e projectos. Entretanto, as feiras e exposições foram igualmente eficazes no intercâmbio de ideias e troca de experiências entre inventores, engenheiros, pesquisadores e técnicos, dentro e fora de seus países, mas também entre academias de ciência, associações científicas e universidades, empresários, empresas e países (POMPÍLIO, 2012, 2-3 pp.).

¹¹⁷Werner Von Siemens foi um dos maiores inventores do electromagnetismo, embora pouco festejado pela historiografia científica, ao contrário de outros, como Thomas Edison. Siemens inventou, em 1847, um telégrafo que utilizava as letras do alfabeto, o que dispensava o uso do Código Morse, aparelhos de telefone, e o motor eléctrico para comboios e eléctricos.

A partir da segunda metade do século XIX as exposições universais foram um meio privilegiado de divulgação dos desenvolvimentos técnico-científicos e dos progressos industriais, nomeadamente daqueles que foram realizados no campo da eletricidade. Na Exposição Universal de Paris de 1867 foram expostas várias máquinas elétricas, entre as quais máquinas dínamo-elétricas apresentadas pelo físico inglês W. Ladd e pelo fabricante alemão Siemens & Halske. A importância crescente que a eletricidade e as suas várias aplicações foram assumindo na década seguinte determinou que em 1881 fosse realizada, na cidade de Paris, uma Exposição de Eletricidade. Este certame demonstrou de forma evidente as várias potencialidades desta nova fonte de energia tanto na iluminação, como nos transportes ou na indústria e favoreceu a afirmação dos "électriciens", ou seja, engenheiros e técnicos ligados ao desenvolvimento da energia elétrica. A Exposição de 1881 contribuiu também para criar uma nova cultura material em que a eletricidade passou a ter um papel determinante. Com o objetivo de discutir os desenvolvimentos técnicos da eletricidade e estipular a nível internacional normas e procedimentos nesta área, na altura da Exposição de 1881 realizou-se um congresso sobre este tema que juntou 256 delegados provenientes de 28 países, entre os quais se contaram três portugueses: o engenheiro João d'Andrade Corvo, Guilherme Augusto de Barros, diretor geral dos Correios, Telégrafos e Faróis, e António dos Santos Viegas professor na Universidade de Coimbra (MATOS, 2012, p. 3).

Como se depreende facilmente, a Segunda Revolução Industrial¹¹⁸, liderada pela electricidade, espalhou-se vertiginosamente pelo mundo, apresentando-se igualmente em nações dominantes como periféricas, a exemplo de Portugal e Brasil.

4.1. Reflexões Sobre a Importância "Natural" da Electricidade

Ao longo do texto doutoral discurremos sobre a importância da ciência e tecnologia eléctrica, restando ainda uma análise do papel da electricidade em relação à constituição elementar da matéria, ou seja, átomo-molecular. As análises anteriores implicaram em reflexões fundamentalmente epistemológicas, sociológicas, éticas ou morais, políticas e ideológicas (a electricidade a serviço da exploração e

¹¹⁸ A "Segunda Revolução Industrial" emergiu em decorrência aos avanços das pesquisas em electricidade, electromagnetismo e combustíveis fósseis, carvão mineral, gás natural, petróleo e derivados do petróleo: gasolina, querosene, óleo diesel, nafta, parafinas, e das ciências químicas, a incluir a química orgânica, química industrial, petroquímica, bioquímica. Da Segunda Revolução Industrial nasceu um novo mundo e uma nova sociedade, cultura e civilização, totalmente dependente da ciência, da técnica e da tecnologia, mundo este no qual estamos inseridos. Entretanto, não é justo atribuir o sucesso unicamente às ciências da electricidade-electromagnetismo e às ciências químicas, mas a um esforço conjugado de forças, que desde os primeiros momentos da Primeira Revolução Industrial (a da energia a vapor) trouxeram significativas conquistas, entre as quais, a "Revolução Metalúrgica", conforme assinalam H. G. Well (1970), Hobsbawm (2001), sem as quais nada disso seria possível, notadamente no que tange à rapidez como tudo se sucedeu.

dominação capitalista), mas pouca ou nenhuma reflexão científico-filosófica, o que se espera acontecer nos textos seguintes.

Todos os corpos materiais, ou “reais”, existentes no universo são essencialmente formados de átomos, constituídos por sua vez de partículas e subpartículas elementares, compostos por um núcleo e uma parte externa. No núcleo atômico encontram-se os neutrões e os prótons. Os neutrões têm massa atômica unitária e não possuem carga elétrica (0), ao passo que os prótons têm carga positiva (+) e massa igual a 1. Os elétrons, existentes da camada externa (electrosfera) do átomo, têm carga negativa (-) e massa atômica extremamente pequena. O equilíbrio das cargas electrostáticas entre os átomos mantém a integridade atômica e molecular, por conseguinte, a união e desagregação, enfim, todos os arranjos da matéria são resultados da força de atracção e repulsão de cargas eléctricas, positivas e negativas, do núcleo e da electrosfera. Por tese, a ocorrência de qualquer problema com as forças atômicas (electromagnéticas), que funcionam, sem qualquer sinal de fadiga ou falha, há bilhões de anos, sérias consequências adviriam a tudo e a qualquer coisa, nesta e em outras galáxias, levando ao aniquilamento parcial ou total do mundo, do cosmo e de toda a civilização actual.

Todas as coisas do universo contêm energia, livre ou agregada, e a matéria está repleta de prótons, elétrons e neutrões, contidos nos diversos corpos, ou em estado livre, desde o primeiro suspiro do *Kósmos*, o Big Bang. A importância da electricidade, porém, não se restringe aos corpos inanimados, mas também à matéria viva. Parte integrante do *Kósmos*, a matéria biológica é regida pelas mesmas leis físicas e químicas universais, e *deixará de existir na ausência das forças electromagnéticas*, porque os seus sistemas, aparelhos, órgãos, tecidos, células (núcleo, membrana celular, organelas, substâncias citoplasmáticas e nucleares, DNA, RNA) são formadas por moléculas, átomos (carbono, oxigénio, nitrogénio, hidrogénio, fósforo). Eléctrica é também a fisiologia orgânica. Em sua intimidade celular ou tissular, os seres vivos “funcionam” (fisiologia), através de complexos fenómenos fisicoquímicos, que em essência são “processos eléctricos ou electromagnéticos” altamente sofisticados e complexos. São fenómenos eléctricos, a percepção, a respiração, a digestão, a fotossíntese, a deambulação, a audição, a recepção e transmissão nervosa, o paladar, a visão, o metabolismo, as sinapses, os estímulos nervosos (tacto, pressão, dor, frio, calor), a secreção glandular, os batimentos cardíacos, as funções cerebrais e a reprodução.

A electricidade está por todo o nosso corpo, e é ela que o faz funcionar. Há cabos eléctricos emaranhados que penetram nas profundezas do nosso cérebro; campos eléctricos e magnéticos intensos que atravessam as nossas células, impelindo nutrientes e neurotransmissores através de membranas isoladoras microscópicas; o nosso próprio ADN é governado por poderosas forças eléctricas (BODANIS, 2008, p. 221).

Em retorno à fenomenologia geral da electricidade, volvemos novamente o olhar para os aspectos estruturais, sócio-políticos e económicos da electricidade, para o qual indagamos: *O que aconteceria com as nossas cidades se uma grande guerra mundial as privasse totalmente do fornecimento público de energia eléctrica?* Respostas poderão ser solicitadas à ciência empírica. Mas o problema não se limita à física, química, biologia, pois que profundas ilações humanistas, filosóficas, inclusive, logo vêm

à tona: *por que da guerra, do fratricídio ou da eterna beligerância humana (homo lupus homini), do individualismo, da falta de ética e de fraternidade*. Sobre isto escreveu o notável historiador norte-americano da história da ciência, David Bodanis (2008), inicialmente sobre o “corte de energia eléctrica” numa aldeia polonesa no início do século XX, antes da Primeira Guerra Mundial (1914-1920), depois na cidade de Chicago.

Quando o meu pai era criança, numa aldeia da Polónia, antes da Primeira Guerra Mundial, um corte de energia eléctrica não teria tido consequências de maior. Não havia carros, logo não havia semáforos que pudessem apagar-se, e não havia frigoríficos – só blocos de gelo ou quartos frios –, pelo que não se corria o risco de que os alimentos se estragassem de um momento para o outro. Algumas pessoas ricas poderiam ficar às escuras, se os geradores que forneciam de energia as suas casas parassem, e a linha de telégrafo que atravessava a aldeia poderia deixar de funcionar, mas a vida da maior parte dos aldeões prosseguiria sem grandes sobressaltos.

Nos princípios da década de 1920, a família do meu pai emigrou, primeiro para o Canadá e depois para Chicago. E aqui já um corte generalizado de electricidade teria sido bem diferente. Seria possível continuar a fazer compras – não havia ainda cartões de crédito que carecessem de verificação por computador –, mas os carros eléctricos que transportavam os trabalhadores para as fábricas não poderiam circular.

Os telefones, indispensáveis aos escritórios, não funcionariam e, na ausência de elevadores, os arranha-céus de que a cidade se orgulhava depressa se tornariam pelo menos parcialmente inacessíveis. A catástrofe não seria, porém, total: a agricultura não pararia – uma vez que havia poucos tractores – e os comboios e navios a vapor assegurariam os abastecimentos necessários à sobrevivência da cidade (BODANIS, 2008, p. 11-12).

Adiante, o autor ampliará a discussão sobre os problemas determinados pelo corte radical da energia eléctrica, porém, não mais no passado, mas no actual momento vivido pela civilização contemporânea globalizada totalmente dependente da energia eléctrica, analisando o que aconteceria num grande centro urbano como Londres.

E se fosse hoje? Vivo actualmente em Londres e, embora os londrinos saibam ser bastante fleumáticos, não gostaria de estar por lá durante um corte generalizado de energia. A maior parte dos receptores de rádio e televisão actuais funcionam ligados à corrente, por isso seria impossível saber se as escolas dos nossos filhos iriam abrir. Os telemóveis talvez funcionassem, mas, sem possibilidade de os recarregar, ver-nos-íamos obrigados a utilizá-los com grande parcimónia. Levar os filhos à escola de carro, na esperança de que esta abrisse, seria demasiado arriscado: os postos de abastecimento estariam privados do uso das suas bombas eléctricas para vender combustível a quem dele necessitasse. Também não poderíamos comprar mantimentos – os cartões de crédito estariam fora de acção nem levantar dinheiro, uma vez que os caixas automáticos precisam de computadores – eléctricos – para funcionar.

No espaço de uma semana, a cidade entraria em colapso. Sem telefones, as esquadras da polícia ficariam isoladas; também os seus rádios se calariam quando se lhes esgotassem as baterias. Sem telefones nem rádios, não seria possível chamar ambulâncias, e os poucos que se aventurassem a caminhar para os hospitais não encontrariam lá grande coisa: não haveria raios X, nem vacinas ou sangue (que têm de ser conservados em frigorífico), nem ventilação, nem luzes (idem, 2008, p. 12, 13).

Muitos seriam os transtornos, principalmente nas grandes metrópoles mundiais. Entre os problemas sofridos pelos cidadãos do mundo, no primeiro mundo ou nos países periféricos, seria a “impossibilidade de fuga”. Tomar aviões seria uma façanha impraticável, porque a falta de electricidade impediria as aeronaves de funcionarem por falta de querosene ou combustível que deveria ser bombeado electricamente para os tanques das aeronaves. Os comboios sofreriam também do mesmo mal. Sem força e luz os semáforos não funcionariam, os automóveis também não, o que deixaria os aeroportos inviáveis e inoperantes, mas estes seriam apenas um dos problemas (idem, 2008).

Não adiantaria dirigirmo-nos ao aeroporto para tentar fugir: uma vez esgotados os seus geradores de reserva, os radares teriam cessado de funcionar. Os aviões não poderiam descolar, nem mesmo controlados manualmente, pois não haveria maneira de extrair o combustível que restasse dos reservatórios subterrâneos. A seguir encerrariam os portos, sem electricidade para fazer mover os guindastes que deslocam os seus grandes contentores, nem meios de conferir os seus inventários electrónicos. As forças armadas tentariam, talvez, proteger os comboios de veículos de transporte de combustível, mas só até o seu próprio combustível começar a esgotar-se, o que não demoraria muito a acontecer. Se o corte de energia se estendesse a todo o mundo, iríamos ficando cada vez mais isolados. A Internet e o correio electrónico seriam os primeiros a desaparecer, depois as linhas telefónicas e, por último, as emissões de rádio e de televisão (2008, p. 12, 13).

Nos parágrafos seguintes Bodanis demonstrará, de um modo poético, mas sem perder o espírito científico, que a falta de energia eléctrica na civilização hodierna provocaria um completo caos e tornaria inviável a vida social urbana, que poderia levar a sociedade à barbárie. Finalizará a discussão estabelecendo um paralelismo entre a civilização humana, inteiramente dependente da energia artificial produzida pelo homem, com a força ou energia eléctrica contida no *Kósmos*, totalmente dependentes das forças electromagnéticas que regem a natureza, sem as quais nada se forma ou se sustém. Entretanto, não será apenas a sociedade, a civilização e a natureza física a ser afetada, mas a própria vida, essencialmente dependente da electricidade, o ADN, as enzimas, as sinapses, por exemplo. Apesar da beleza e leveza da linguagem “científica e literária”, a questão desperta “pavor escatológico”. Primeiro, pela gravidade do assunto. Segundo, porque põe em xeque a prepotência, o orgulho e a vaidade humana. Terceiro, porque demonstra que o domínio humano absoluto da natureza não passa de ilusão ou quimera face ao tremendo poder das forças telúricas e cosmológicas que fogem completamente do controlo humano. Ou seja, não é apenas a civilização que não pode viver sem a electricidade, mas a totalidade cósmica (*Physis*).

A fome começaria por aparecer, provavelmente, nas densamente povoadas cidades da Ásia, sobretudo devido à falta de ar condicionado nos armazéns de produtos alimentares; ao fim de algumas semanas sem energia eléctrica, a maior parte das cidades do mundo e respectivos subúrbios seriam inabitáveis. As pessoas lutariam desesperadamente por comida e combustível, mas, com a população mundial a rondar os 6 mil milhões, poucos teriam possibilidade de sobreviver. E se não se tratasse apenas de uma interrupção no fornecimento de energia eléctrica? E se as próprias forças eléctricas deixassem de existir? Todos os oceanos da Terra se elevariam para os céus e evaporar-se-iam ao quebrarem-se as forças eléctricas que ligam as moléculas da água umas às outras. As próprias moléculas do ADN dos nossos corpos quebrar-se-iam. Todo e qualquer organismo com pulmões que ainda estivesse vivo sufocaria, pois sem a atracção eléctrica as moléculas de oxigénio do ar não poderiam ligar-se às moléculas de hemoglobina do sangue.

O próprio solo abrir-se-ia e entraria em fusão ao quebrarem-se as ligações eléctricas responsáveis pela coesão dos silicatos e dos outros minerais que compõem o nosso planeta. As montanhas desmoronar-se-iam, precipitando-se nos vazios deixados pelas placas continentais, entretanto desintegradas. E, nos derradeiros instantes, os poucos seres vivos que restassem veriam o Sol apagar-se, ao desaparecerem as ondas eléctricas que constituem a luz, e o último dia da Terra daria lugar à noite (idem, *ibidem*, p. 13).

Bodanis, ainda que nas entrelinhas, não deixa dúvida de que a electricidade requer abordagem multidisciplinar além da física moderna, a exemplo da antropologia e da metafísica, porque não dizer também da “escatologia”, pois o aniquilamento das forças electromagnéticas implicaria não somente no fim da Terra, mas no aniquilamento total do Homem e do Universo.

CAPÍTULO V: A HISTÓRIA DA ELECTRICIDADE E DA ELECTRIFICAÇÃO MINAS GERAIS

A electrificação, produção, transmissão e uso inicial da electricidade em Portugal e no Brasil seguiu os ditames do modelo capitalista da época, fenómeno iniciado entre 1880 à Primeira Guerra Mundial. Portugal e Brasil adoptaram procedimentos assemelhados em relação à implantação da electricidade, e fazia parte de um ambicioso plano económico, comercial, financeiro e político orquestrado inicialmente por grupos económicos internacionais poderosos norte-americanos e europeus que disputavam acirradamente mais esse precioso mercado internacional. Portugal, por exemplo, teve a sua primeira usina eléctrica, uma termoeléctrica, construída às margens do Rio Tejo, a “Central Tejo”, em 1891. Instalada num sumptuoso prédio, a funcionar hoje como Museu (da Electricidade), uma das glórias da engenharia e arquitectura portuguesa, a usina cumpriu uma importante agenda desenvolvimentista, económica, social e política para a cidade de Lisboa e ao país, sinónimo de progresso, competência técnico-científica e empreendimento profissional. Em Portugal a temática (História da Electricidade) pode ser vislumbrada de forma esquematizada (destaque às belíssimas réplicas de inventos eléctricos), a incluir uma história geral da electricidade e da electrificação em Portugal, no *Museu da Electricidade*, da EDP, localizado em Lisboa, na nobre região de Belém.

O Museu da Electricidade, está instalado na zona de Belém em Lisboa, na antiga central termoeléctrica – Central Tejo, que pertencia às Companhias Reunidas de Gás e Electricidade [CRGE], constituídas em 1891 e que detinham a concessão da produção e distribuição de gás e electricidade na cidade de Lisboa. O período de atividade produtiva da Central Tejo está compreendido entre 1909 e 1972, se bem que a partir de 1951, tenha sido utilizada mais como central de reserva, produzindo apenas para completar a oferta de energia das centrais hídricas. Em 1975 foi desclassificada, saindo do sistema produtivo. Ao longo do tempo sofreu diversas modificações e ampliações, tendo passado por contínuas fases de construção e aumentos de potência (<http://museus-energia.byclosure.net/patrimonios/3-museu-da-electricidade>, s/d., p. 1).

Antes de avançar nos caminhos da electricidade no Estado de Minas Gerais, torna-se necessário fazer um apanhado geral da História da *Província das Minas Geraes*, nome oficial no tempo da colonização portuguesa no Brasil, momento compreendido no final do século XVII, metade e fim do XVIII, período de ascensão e decadência da extracção de ouro e pedras preciosas.

Por que da escolha do *Estado de Minas Gerais* para objecto da pesquisa doutoral? Independentemente de ser o estado onde nasceu, trabalha e vive o investigador, Minas Gerais cumpriu, durante o período colonial, imperial e republicano, papel ímpar, singular e diferenciado na história brasileira, inicialmente por conta da riqueza mineralógica, posteriormente pela força económica e a influência política exercida ao longo de sua importante história. O ouro encontrado no nascedouro da história da capitania mineira foi o grande diferencial. Abundante e de alta qualidade, localizava-se principalmente na superfície da terra e nos leitos dos rios (ouro de aluvião), o que explica também o seu rápido esgotamento. A

descoberta do ouro e pedras preciosas – auge no século XVIII – produziu um grande e rápido crescimento na região das minas, fazendo surgir em pouco tempo uma elite, forte, rica, culta e influente.

Os ricos e poderosos em Minas Gerais eram geralmente portugueses estabelecidos há certo tempo no Brasil ou brasileiros ricos ligados por relações familiares ou administrativas à Metrópole. Eram geralmente homens brancos, que exerciam cargos públicos; eventualmente poderiam ter estudos superiores, adquiridos em Portugal [Coimbra] e na França (GANCHO; TOLEDO, 1991, p. 19).

A notícia do ouro provocou uma maciça emigração de muitos portugueses e brasileiros à região do ouro, judeus, chamados também de “cristãos novos” (quando obrigados à conversão cristã, regra quase sempre necessária e obrigatória), ciganos, minorias em fuga à inquisição. Os judeus foram importantes pela necessidade das vilas de profissionais qualificados, de operários a artesãos, artífices, arquitectos, engenheiros, profissionais liberais, artistas, entre outros¹¹⁹. A vinda dos judeus a Minas foi um dos pontos fortes que muito contribuiu para o rápido crescimento da província, principalmente no governo do Marquês de Pombal, embora isto seja objecto de pouca abordagem.

Pombal aboliu a Inquisição e a distinção funesta de cristãos velhos e novos, que havia arruinado o comércio e a indústria de Portugal, não somente no reino, senão também nas Índias. Inglaterra e Holanda, que se substituíram a nós em prestígio econômico, devem a eles, os Judeus, parte dos seus capitais e sua competência financeira (PEIXOTO, 1994, p. 183).

Enquanto I Ministro de Dom José I, que reinou de 1750 a 1777, o Conde de Oeiras e Marquês de Pombal promoveu um amplo plano de reformas nas instituições portuguesas. Modificou o sistema financeiro (Erário Régio) e judiciário (Intendência Geral da Polícia). Manteve o controlo nacional sobre as riquezas advindas dos domínios ultramarinos, a exemplo do ouro e pedrarias de Minas Gerais, para evitar a ingerência de outras nações. Pombal deu a Lisboa um novo reordenamento urbano, o que ajudou a fazer desta capital uma das cidades mais belas da Europa e do Mundo. Ao estatizar o ensino formal escolar em Portugal e colónias trouxe essa responsabilidade para o Estado (influência iluminista), prerrogativa até então das ordens religiosas.

No Brasil o governo de Sua Excelência, o Marquês do Pombal implantou importantes mudanças, algumas das quais foram do agrado dos governantes locais e da população em geral. Pombal criou a produção têxtil (manufacturas) no Brasil, indústria manufactureira que foi muito bem acolhida na província mineira. Aboliu o quinto, imposto pago ao rei pela quinta parte de toda a produção de ouro, e

¹¹⁹ O feito tornou Minas Gerais o estado com o maior contingente de descendentes de judeus do Brasil, o que pode ser comprovado nos sobrenomes judaicos: Carvalho, Oliveira, Freitas, Leão, Arruda, Leitão, Martins, Souza (ou Sousa), Diniz, Coelho, etc. A demanda de hebreus àquela remota região brasileira foi também motivada para fugir da perseguição religiosa, em que os hebreus eram muito visados. Mesmo em além-mar a inquisição portuguesa não retrocedeu, agindo de forma cruel e impiedosa, porém muito bem coordenada, sorrateira e escamoteada, muitas vezes à socapa, e com a anuência das autoridades gerais ou locais. Naquele tempo era comum a denúncia vazia, a perseguição, o confisco de bens, baptismo forçado, prisão, tortura, excomungo, desprezo, deportação, envio aos cárceres e tribunais locais ou da Santa Sé em Lisboa, mesmo execuções.

o substituiu pela avenca, fixando a cobrança do imposto a uma taxa fixa de 100 arrobas. Em relação à exploração do diamante, criou a Real Extracção, suprimindo o antigo regime de contractos.

Possuidor de um génio forte e de uma ideologia voluntarista, autoritária e despótica, o Marquês de Pombal foi reverenciado, amado e odiado ao mesmo tempo, gerando, ontem e hoje, mito e polémica, e algo que ainda melhor, um permanente debate e discussão sobre sua actuação a enquanto esteve à frente do governo português no século XVIII. Para a colónia mineira, Sua Excelência Dom Sebastião José de Carvalho e Mello (1699-1782) ¹²⁰ foi um bom estadista, administrador competente e que deixou saudades.

Política e economicamente os empreendimentos do Marquês de Pombal almejava levantar capital necessário para afastar Portugal do estágio mercantil e o colocasse no industrial, diminuindo assim a grande distância entre Portugal e a Inglaterra, rica em capitais e grandemente influenciada por uma próspera e actuante burguesia. Pombal e o seu governo, ao contrário de outros países mais avançados nas ideias liberais iluministas, detinha ainda um governo despótico, uma administração pública ineficiente, o que equivale dizer que

como nação, continuava Portugal um país pobre, sem capitais, quase despovoado, com uma lavoura decadente pela falta de braços que a trabalhassem, pelas relações de carácter feudal ainda existentes, dirigido por um Rei absoluto, uma nobreza arruinada, quase sem terras e sem fontes de renda, onde se salientava uma burguesia mercantil rica, mas politicamente débil, preocupada apenas em importar e vender para o estrangeiro especiarias e escravos e viver no luxo e na ostentação (Bausbaum, 1957, p. 48-9, in: AMARAL; SECO, s/d., p. 4).

No sentido de alterar este quadro, o Marquês de Pombal promoveu profundas reformas no âmbito administrativo, económicas, científicas, tecnológicas e educacionais. Uma delas, de grande ousadia e polémica, cujo intuito era o de submeter determinadas forças sociais dominantes, exerceu controlo sobre a Inquisição, além de banir a Companhia de Jesus da metrópole e colónias, em 1759. Além de transferir a capital da província, de Salvador para o Rio de Janeiro, criou o chamado Tribunal da Relação, ou da Justiça de Segunda Instância, na nova capital o que levou também à criação de juntas de justiça em todas as capitanias. Durante seu governo todas as capitanias hereditárias particulares¹²¹ foram incorporadas ao património da Coroa Portuguesa. Em 1755, a oposição dos jesuítas ao governo do Marquês de Pombal chegou ao seu ponto máximo, e para enfraquecê-los Pombal suprimiu definitivamente a escravidão indígena no Brasil, mas manteve a escravidão e o tráfico negro, importante fonte de receita da economia portuguesa. Com esta acção o seu governo bateu directamente contra os interesses dos proprietários de terras possuidores desta mão-de-obra, situados principalmente no nordeste brasileiro, caso da Província do Maranhão, e a ideologia implantada pelos

¹²⁰ No reinado de D. João V e do Primeiro Conde Oeiras o Marquês de Pombal ocupou os cargos e as funções de “diplomata português em Londres (1738-1744) e em Viena (1745-1749); Secretaria dos Negócios de Reino Secretaria da Marinha e Ultramar Secretaria dos Negócios Estrangeiros e da Guerra”. O Marquês de Pombal foi o mais expressivo representante do despotismo esclarecido em Portugal.

¹²¹ O governo pombalino realizou a proeza comprando todas as capitanias hereditárias particulares que ainda reinavam no Brasil.

sacerdotes jesuítas, eternos defensores dos silvícolas no país, localizados nos aldeamentos indígenas, que se concentravam no sul do país.¹²²

Seu objetivo era que os índios fossem libertados da tutela religiosa e se miscigenassem para assegurar um crescimento populacional que permitiria o controle do interior, nas fronteiras. Na verdade, não acreditava em uma emigração europeia que pudesse cumprir com essa tarefa, era mais fácil europeizar, digamos assim, a população local. Para ele, o afastamento dos jesuítas dessa região significava tão somente, assegurar o futuro da América Portuguesa através do povoamento estratégico. O interesse de Estado acabou entrando em choque com a política protecionista dos jesuítas para com os índios e melindrando as relações com Pombal, tendo este fato entrado para a história como “uma grande rivalidade entre as idéias iluministas de Pombal e a educação de base religiosa jesuítica” (AMARAL; SECO, s/d., p. 4).

A Reforma Educacional do Marquês de Pombal foi outra medida de grande e negativo impacto imposto ao Reino de Portugal no século XVIII. Um dos objectivos da reforma da educação era modernizar o país a partir de uma ampla, moderna e completa reforma na educação, que impulsionasse Portugal directamente ao estágio industrial, em pleno florescimento àquela altura da modernidade, cujo expoente era a Grã-Bretanha. Substituir a tutela secular da religião, trocando-a pelo ensino laico através de professores seculares, sob o controle estatal, foi uma das iniciativas adoptadas pelo governo pombalino, de acordo com o plano de reformas educacional minuciosamente elaborado.

Através do Alvará Régio de 28 de junho de 1759, o Marquês de Pombal, suprimia as escolas jesuíticas de Portugal e de todas as colónias ao expulsar os jesuítas da colónia e, ao mesmo tempo, criava as aulas régias ou avulsas de Latim, Grego, Filosofia e Retórica, que deveriam suprir as disciplinas antes oferecidas nos extintos colégios jesuítas (idem, s/d., p. 5).

Se em Portugal a política educacional de Pombal trouxe ganhos importantes, “a qual abriu as portas a um florescimento da ciência e da filosofia portuguesas em fins do século XVIII” (idem, s/d., p. 4), na colónia brasileira a medida provocou enorme prejuízo, que custou anos para consertar. No Brasil as medidas pombalinas para a educação desarticularam todo um sistema pronto e eficiente, o único, aliás, existente em toda a colónia. Dito de outra forma, o ensino jesuítico nacional, mesmo com suas deficiências em relação ao praticado na Metrópole e nas nações modernas¹²³ era competente, eficaz e funcionava muito bem desde os primeiros momentos da colonização, sem ele a educação brasileira capengou por um longo período, até encontrar novamente um norte. No lugar dos padres professores,

¹²²Em 1760 os jesuítas são obrigados a abandonar o Brasil, gerando um grande vazio e desacerto na educação brasileira, obrigando o governo pombalino a tomar várias medidas. A primeira e mais polémica foi a criação do “Diretório dos Índios”, em substituição a antiga administração jesuítica para os silvícolas, cujo objectivo era enfraquecer a influência dos padres da Companhia de Jesus após o Tratado de Madrid, que lhes dera grande poder sobre as fronteiras, onde estavam situadas as Sete Missões Jesuíticas.

¹²³Oposto à metrópole, no Brasil, os jesuítas, defensores da ciência peripatética, opunham-se à ciência moderna. Em contrapartida isto não acontecia em Portugal, pois que grupos jesuíticos de vanguarda estudavam, ensinavam e praticavam a ciência e o método moderno.

por exemplo, a nobre função de alfabetização e do ensino básico (ler, escrever, fazer operações matemáticas simples), o governo de Pombal no Brasil, logo após a expulsão dos jesuítas, delegou poderes a determinadas instituições ou pessoas da colônia. Praças do exército lusitano, detentores da arte de escrever e fazer operações aritméticas, por exemplo, foram destacados para o lugar dos antigos mestres jesuítas, o que convenhamos, estava muito aquém da competência dos filhos de Loyola. Também não foi por altruísmo e

por espírito libertador e igualitário que Pombal empreendeu a reforma educacional por meio de mestres e professores seculares, mas pela necessidade, além de preencher o extenso vazio deixado pela expulsão dos jesuítas, preparar homens suficientemente capazes para assumir postos de comando no Estado absolutista (idem, s/d., p. 4).

O Marquês de Pombal, apesar de todo o seu ilustrado e eclético espírito moderno, detentor de ideias avançadas, inovadoras e transformadoras, também não pode ser considerado como um exemplo de “liberal”; isto é, de um ardoroso defensor do Iluminismo europeu em todos os sentidos e vertentes, embora em muitos aspectos, medidas e ações esta ideologia fizesse parte de sua pessoa e de seu governo, porém, não integralmente, principalmente no que diz respeito às questões do estadista, fortemente vinculado à autoridade real.

É importante lembrar que embora o iluminismo estar presente na Europa do século XVIII, Pombal não pode ser considerado um defensor do mesmo, pelo menos não do iluminismo que pregava a autonomia. Ao contrário, como estadista que era, considerava as idéias iluministas dos demais países da Europa perigosas à autoridade real. Não obstante, sentia a necessidade de colocar Portugal a altura das demais nações esclarecidas da época, mas sobre o controle de um forte poder centralizador (idem, *ibidem*, p. 4).

Além da questão da excelência do ensino proporcionado até o momento que tiveram de deixar o Brasil, a Companhia de Jesus respondia pela maioria dos colégios, fiscalização do ensino, coordenação, didática, etc. É verdade que outras ordens religiosas também haviam se instalado no Brasil¹²⁴ e prestavam também bons serviços, mas em número incontavelmente menor que os jesuítas, razão pela qual não conseguiriam substituir os antigos mestres, principalmente em quantidade. Enfim, a malfadada iniciativa do Marquês de Pombal que levou à reforma do sistema educacional do Brasil foi um acontecimento altamente prejudicial, senão nefasto, constituindo-se, na “primeira grande e desastrosa reforma de ensino no Brasil”, conforme asseverou o escritor, político e pedagogo, Fernando de Azevedo (AMARAL; SECO, s/d., p. 5)¹²⁵, um dos responsáveis pela primeira reforma educacional do Brasil e criador da Primeira Universidade do Brasil, proibida na colônia e desarticulada no Império e por todo o tempo da República Velha.

¹²⁴ Os franciscanos aportaram no Brasil junto à frota de Cabral, cabendo inclusive ao Frei Caneca, a primeira missa rezada em solos brasileiros, na costa da Bahia.

¹²⁵ Entre decretos, instruções e outros instrumentos, o governo português levou cerca de 30 anos para normalizar a “catástrofe do ensino brasileiro” provocada pelo Marquês de Pombal.

Enquanto na Metrópole buscava-se construir um sistema público de ensino, mais moderno e popular, na colônia, apesar das várias tentativas, através de sucessivos alvarás e cartas régias, as Reformas Pombalinas no campo da educação, só logrou desarranjar a sólida estrutura educacional construída pelos jesuítas, confiscando-lhes os bens e fechando todos os seus colégios.

É importante destacar que a reforma pombalina no Brasil não foi implementada no mesmo momento e da mesma forma que em Portugal. Foi de quase trinta anos o tempo de que o Estado português necessitou para assumir o controle pedagógico da educação a ser oferecida em terras brasileiras; da completa expulsão dos jesuítas e do dismantelamento sistemático de seu aparelho educacional, dos métodos aos materiais didáticos, até a nomeação de um Diretor Geral dos Estudos que deveria, em nome do Rei, nomear professores e fiscalizar sua ação na colônia.

Estas providências, entretanto, não foram suficientes para assegurar a continuidade e a expansão das escolas brasileiras, constantemente reclamadas pelas populações que até então se beneficiavam dos colégios jesuítas (*ibidem*, s/d., p. 5).

É necessário ainda salientar, que não foi apenas na educação, simbolizada pelo famoso plano pedagógico da Companhia de Jesus, o *Ratio Studiorum*, que os jesuítas se destacaram. Ao conjugar os esforços de sacerdotes e de irmãos leigos, mercadores e evangelizadores, não expandiram ou defenderam apenas a fé, a devoção, o Império, a ideologia e os interesses da Igreja e da Coroa portuguesa na Terra de Vera Cruz¹²⁶. Os jesuítas estavam presentes também em muitas outras funções e actividades desenvolvidas na colônia, como foi o caso das artes e os ofícios. Nas artes os padres de Santo Ignácio ensinaram música, escultura, literatura, modelagem, etc. Na arquitectura brasileira dos primeiros momentos da colonização o estilo jesuítico é visível, marcante e inconfundível, presente do norte ao sul do país, sendo famosas as igrejas construídas por eles no famoso “estilo jesuítico”, a primeira fase do barroco brasileiro e mineiro.

Os jesuítas tiveram grande importância no campo das artes. A propagação de um estilo jesuítico nas artes foi tamanha, que pode ser dedicado um capítulo inteiro aos jesuítas na História da Arte no Brasil. Tal importância pode ser constatada na Carta que comunicava a supressão da Companhia, e determinava a abolição de “cada um dos seus officios, Residências [...] Costumes e Estilos”, quando das reformas pombalinas que culminaram com a sua expulsão das terras brasileiras (FONSECA, s/d., p. 2).

Nos ofícios do Brasil colonial, especialmente nos primeiros momentos, séculos XVI e XVII, os jesuítas tiveram também uma participação fundamental, pois eles foram também competentes professores, responsáveis pela formação dos trabalhadores que a colônia necessitava, fossem índios, embora ser este o foco ou objectivo principal, ou colonos. Os jesuítas ensinaram diversas artes ou ofícios, trabalho

¹²⁶ Primeiro nome dado pelos descobridores portugueses, liderados por Pedro Álvares Cabral, quando chegou à Costa Nordeste do Brasil. Este nome consta na carta de Pêro Vaz de Caminha (01/05/1500), o “Tabellão Mor da esquadra de Cabral”, ao comunicar ao El Rey a descoberta das terras do Novo Mundo.

admirável, que ia de um simples reparo à confecção de instrumentos, ferramentas diversas, sapatos, técnicas de manejo de agricultura e pecuária, à criação de competentes oficinas, a exemplo do conserto e produção de instrumentos musicais, adorno de peças sacras, entre outras.

Com o aprendizado das artes e dos mais diferentes ofícios adquiriram auto-suficiência na fatura dos mais diversos objetos de uso pessoal e para a vida cotidiana, de pares de sapatos a embarcações para transportar os padres e irmãos entre as possessões no Amazonas e ao longo do litoral da Bahia, Pernambuco, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. A produção das reduções jesuíticas, por exemplo, tinha caráter notável. Na região dos Sete Povos das Missões, além das atividades de agricultura e pecuária, com produção de excedentes, foram construídas oficinas para fatura de instrumentos musicais, assim como para imaginária e adornos usados nos templos. Os indígenas sob a orientação de mestres jesuítas executavam a talha e a escultura em madeira e pedra, empregando em profusão elementos da flora e fauna circunvizinhas aos aldeamentos (FONSECA, s/d., p. 2).

Retornando à época do auge da capitania das Minas Gerais, em consequência da riqueza produzida, em pouco tempo, Vila Rica, capital da província, transforma-se numa próspera e rica vila (facto raro no Brasil daquela época), com costumes, cultura, educação assemelhados à Europa, realidade inexistente n'outras regiões do país. Nesse viés político e económico, a descoberta do ouro produziu também grande impacto na Coroa Portuguesa, razão pela qual o Vice-reinado, sediado em Salvador, Bahia, foi transferido para o Rio de Janeiro para facilitar a fiscalização e a cobrança do imposto aurífero e das pedras preciosas. Com a riqueza captada na região das *Minas Geraes* Portugal pôde, finalmente, auferir grandes lucros com o comércio de ouro e pedras preciosas, realizando, assim, antigo sonho inerente ao capitalismo mercantilista, cuja riqueza era medida pelo acúmulo de metais e pedras preciosas, ouro, diamante, esmeraldas, prata ou cobre.

Diferentemente da Espanha em que o ouro e prata foram logo descobertos, Portugal somente logrou sucesso no final do século XVII e no início do XVIII, quando se locupletou de farta riqueza de metais e pedras preciosas. Infelizmente, ao invés de reverter o tesouro à pátria de Camões desviou-o, em grande parte, à Inglaterra, aliada secular e a maior credora da coroa portuguesa, para onde foram parar toneladas do ouro brasileiro, mineiro. A Inglaterra soube levar vantagens de Portugal em todas as oportunidades, principalmente quando os lusitanos se serviam do ouro brasileiro. O maior problema de Portugal era a ganância da Inglaterra que extorquia os lusitanos e esses os brasileiros, tomando para si boa parte do ouro produzido no Brasil, enriquecendo-se sem a devida contrapartida para os portugueses. Os problemas que envolveram a colônia brasileira e a metrópole portuguesa, principalmente a das Minas Gerais, têm sua origem nessa relação.

Portugal e Brasil não estavam isolados no mundo: havia uma ampla rede de trocas comerciais dominada pela Inglaterra. Os antecedentes desse conflito luso-brasileiro prendem-se à dependência econômica de Portugal aos ingleses.

Até 1600, Portugal foi dominado pela Espanha. Libertou-se com a ajuda da Inglaterra. Um tratado de 1654 estabeleceu as relações entre os dois países. Esse tratado possibilitou à Inglaterra apoderar-se das riquezas que os portugueses levavam do Brasil. O Marquês de Pombal, Sebastião José de Carvalho e Melo [1699-1782], futuro primeiro-ministro português, percebeu que o jugo econômico que se abatia sobre Portugal seria muito mais pesado que a dominação espanhola. Os ingleses, afirmou, ganharam o domínio sobre a nação lusa e suas colônias sem ter o inconveniente da posse do seu território (CHIAVENATO, 2000, 9-10 pp.).

A opulenta riqueza obtida por Portugal no Brasil, por consequência da extrema dependência econômica e subalterna subserviência política à Inglaterra, pouca coisa restou à nação lusa, porque a maior parcela da grande riqueza, a duras penas produzida, principalmente aquela originária dos recursos metálicos, ouro, principalmente, de além-mar, ficou com os britânicos. Curiosamente, o poder econômico britânico extorquido de Portugal foi o responsável por financiar grande parte do progresso britânico, principalmente no acúmulo de capital em forma de metais, notadamente o ouro, que vieram do Brasil, através de Minas Gerais. Tamanho foi o enriquecimento inglês alcançado com o ouro português, retirado do território brasileiro, mineiro principalmente, que não será nenhum exagero dizer que a Revolução Industrial teve como principal financiador a riqueza aurífera da colônia mineira de Portugal. No entanto, se Portugal ainda se beneficiou, ainda que parcamente do ouro mineiro, ao Brasil muito pouco restou.

Muito pouco ouro ficou no Brasil, nas jazidas ainda inexploradas, nas igrejas mineiras ou com alguns homens ricos que se dedicaram a outras atividades; outra parte dele foi para Portugal, dando à pequena metrópole ilusão de riqueza por um século. Mas a quase totalidade desse ouro foi parar nas fábricas inglesas. Em outras palavras, sendo Portugal economicamente dependente da produção da crescente indústria inglesa, o ouro das Minas era forma de pagamento para as importações da Inglaterra. Ao contrário de Portugal, que não desenvolveu a indústria, a Inglaterra necessitava cada vez mais de investimentos de capital na nova atividade econômica que fará as potências do século XIX: a indústria (GANCHO; TOLEDO 1991, p. 58).

Em Portugal o ouro foi aplicado especialmente na execução dos programas de reformas de governo, obras públicas, construções de monumentos, de prédios públicos ou nas igrejas, no adorno de ouro de boa parte das igrejas barrocas de Lisboa, por exemplo. Mas serviu, sobretudo, para manter os privilégios da realeza, nobreza, clero e o excessivo luxo da Corte. Antes da descoberta do ouro, e de acordo com a forte vocação lusitana pelo comércio, local e marítimo, Portugal havia explorado as riquezas naturais das terras brasileiras, a começar pela extracção do pau-brasil. O pau-brasil é uma madeira de lei de coloração rubra, semelhante à brasa, utilizada na Europa da época como corante natural, seguindo-se depois os ciclos econômicos da plantação de cana-de-açúcar, gado, etc. O ouro,

no entanto, era o lastro económico e político do capitalismo mercantilista, objecto de cobiça e disputa entre as nações poderosas. Entretanto, não é possível deixar de falar de outro tráfico, infame, cruel, odioso e desumano, o tráfico negreiro, um dos pilares da economia colonial portuguesa, cujas vantagens eram

ainda maiores. Os escravos foram utilizados, inicialmente, no território português, mas, logo, passaram a ser exportados para a Europa, em especial para a Espanha e a Itália. Do volume desse comércio nos dá ideia a informação de Boxer de que os portugueses capturaram, de 1450 a 1550, cerca de 150.000 negros. Segundo relatório enviado a Felipe II, de 1575 a 1591 teriam sido embarcados cerca de 52 mil escravos de Angola para a América (BRANT, 1991, p. 99).

Reza a tradição que um paulista (originário de o Estado de São Paulo, Brasil), cabo de bandeira escravista (que visava a captura de índios para o trabalho escravo), Antônio Rodrigues Arzão (?-1730), foi o primeiro a achar ouro no território das *Minas Geraes*, num córrego do distrito de Cuité, actualmente Caeté (“mato bravo”, no dialecto indígena tupi-guarani), mas que não levou a coisa a sério, pois pensara ter descoberto simples amostras de minério de ferro. A comprovação que se tratava de ouro, e da mais fina qualidade, foi posteriormente constada pelo também bandeirante paulista Miguel de Souza, ao qual Arzão deu-lhe as supostas pepitas de ferro. A descoberta do ouro e de pedras preciosas trouxe um rápido e surpreendente desenvolvimento para a província mineradora. Do Brasil e Portugal, emigrou um grande número de aventureiros para dos sítios mineralógicos em busca de oportunidades e com o sonho do enriquecimento rápido e fácil.

As primeiras notícias de ouro em Minas Gerais data do final do século XVII. O Brasil era colônia de Portugal, e seu principal produto de exportação era o açúcar proveniente dos engenhos do Nordeste. Como é de imaginar, a notícia do ouro atraiu muitos aventureiros; dentre eles podemos destacar os paulistas [bandeirantes¹²⁷] que foram os primeiros a se embrenhar pelos sertões e descobrir o ouro na região do Serro Frio¹²⁸ (GANCHO; TOLEDO, 1991, p. 8, 9).

É digno de nota registar que farto e abundante era o produto originado da garimpagem e do trabalho da mineração do ouro e das pedras preciosas extraídos dos rios, encostas, barrancos ou nas entranhas das minas localizadas na colônia mineira nos áureos tempos do ciclo económico do ouro, mesmo com

¹²⁷ Grupo de pessoas arregimentadas no Estado de São Paulo, à época do Brasil colônia (séculos XVII-XVIII), e tinha como objectivo a exploração de ouro e de pedras preciosas em Minas Gerais, captura de índios para a escravidão, levantamento topográfico e geográfico, descobrimento de novas terras e mapeamento de territórios. Geográfica e politicamente, os bandeirantes tiveram importância crucial, ao “descumprir o Tratado de Tordesilhas”, acordo realizado entre Portugal e Espanha, sob a mediação do Papa Alexandre VI, à bula *Inter coetera* (1494), destinado a pôr fim aos conflitos entre as duas superpotências. No entanto, a Espanha era velha e tradicional aliada política da Igreja, que acabou por beneficiar os reis espanhóis, em detrimento dos interesses de Portugal. Rezava o Tratado de Tordesilhas que “todas as terras descobertas a 100 léguas a oeste de Cabo Verde pertenceriam à Espanha”. Esta cláusula excluía Portugal de se apossar de territórios localizados a oeste do continente sul-americano. O avanço das bandeiras em territórios espanhóis no século XVII criou um novo conflito e um novo tratado, o Tratado de Madri (1750), o que favoreceu, finalmente, Portugal. O tratado de Madri reconheceu as terras descobertas dos bandeirantes, estabeleceu novos contornos territoriais, pôs fim aos conflitos, e proporcionou uma nova divisão geográfica e política dos territórios brasileiros. Nota nossa.

¹²⁸ Nome antigo do tempo colonial da actual cidade de Diamantina, Minas Gerais, a cidade que mais produziu ouro e pedras preciosas para a metrópole portuguesa.

o uso de equipamentos primitivos e de técnicas rudimentares. Constituíra-se numa das maiores produções mineralógicas auríferas e de pedras preciosas existentes no mundo. Quanto a equipamentos e a implementação de métodos e técnicas mais eficientes de mineração, é preciso esclarecer que Portugal não tinha o menor interesse em fazer qualquer tipo de investimento técnico no setor, pois o que realmente lhe interessava era o momento presente, que parecia eterno, o da “arrecadação”, e não o futuro, duvidoso e incerto.

A produção de ouro em Minas Gerais, entre os anos de 1700 a 1770, corresponde a tudo o que foi extraído no resto da América, representando a metade do que o mundo produziu nos séculos XVI, XVII e XVIII. Em poucos anos, Vila Rica transformou-se na maior metrópole brasileira, com o dobro da população da Bahia, sede do vice-reinado (BRANT, 1991, p. 101).

A rápida e abundante riqueza provocou grandes e rápidas transformações, instalando-se rapidamente uma revolução social, a se alastrar por toda a província, alterando-se rapidamente o *status* social. Isto aconteceu porque a grande maioria dos mineradores “se enriqueceram mais depressa do que esperavam. Até mesmo escravos chegaram a ajuntar pequenas fortunas [...] alguns puderam comprar sua própria liberdade” (idem, s/d., p. 15). Mas nem tudo era alegria, sorrisos e flores, pois, o ouro trouxe consigo diversos bens, riqueza, progresso, cultura, expansão urbana e mobilidade social, mas também muitos obstáculos, males, desavenças, altos impostos, forte fiscalização, sonegação, contrabando, violência, confrontos, discriminação, crimes e exclusão.

– imagine você! – tal era a quantidade de ouro encontrado em nosso Estado, que os exploradores se davam ao luxo de catar apenas o de melhor qualidade, como, por exemplo, o ouro de Mariana, de Ouro Preto, do Rio das Velhas etc. O ouro da Capitania de Minas era tanto que a sua exploração se resumia no trabalho de apanhá-lo nas lavras, à flor da terra.

Além do ouro, outra grande riqueza havia nas terras de Minas: os diamantes [...] no arraial do Tijuco, hoje, cidade de Diamantina. [...] Portugal, naturalmente, logo tomou conhecimento da descoberta das minas diamantíferas das minas!

Desse dia em diante, acabou-se a tranqüilidade dos Mineiros. Não houve mais sossêgo no arraial do Tejuco. Brigas e rixas tornaram-se frequentes na região dos diamantes [e a] corte começou a oprimir os mineradores, isto é, é, começou a aborrecê-los com exigências e fiscalização severas [...] o ouro e o diamante do Brasil fizeram de Portugal a mais rica e luxuosa nação da Europa.

Muitos mineradores, também, se enriqueceram e viveram no luxo (FERREIRA, s/d., 12, 14 e 15 pp.).

Independentemente das contendas, povoados rapidamente se tornaram arraiais, essas vilas, como aconteceu com Mariana, a primeira vila, capital e bispado de Minas Gerais¹²⁹. A maior de todas as vilas

¹²⁹ A Diocese de Mariana foi criada em 06/12/1745 pela bula *Candor lucis aeternae*, com o desmembramento do território da “então Diocese de São Sebastião do Rio de Janeiro, sendo nomeado primeiro bispo Dom Frei Manuel da Cruz. No dia 16 de julho de 1897, um decreto pontifício transferiu para a Diocese de Mariana os municípios de

mineiras foi Vila Rica, actual Ouro Preto, capital da província, sede do governo local, da intendência do fisco do ouro, da ouvidoria, etc. Mas havia também São João Del Rei, Diamantina, Sabará, Pitangui, Tiradentes, Barbacena, Congonhas, Cerro, Caeté. Foi assim que Minas Gerais liderou, do apogeu à derrocada da extracção do ouro, a economia a política, a cultura e a filosofia nacional. Em busca de oportunidades, de riqueza e luxo, com o financiamento do ouro e das pedrarias, rapidamente se desenvolveu uma efervescente vida urbana aos moldes dos costumes europeus. Vila rica, a mais próspera e culta das vilas do Brasil colonial e de boa parte da América do século XVIII, com uma intensa vida social, com recitais, teatros, ricas igrejas, era povoada por cidadãos cultos e letrados, mas também por gente simples, rude, violenta, livre ou cativa, sem falar dos aventureiros, que não paravam de chegar às minas a sonhar com o enriquecimento rápido e fácil.

Nesses sítios existiam profissionais qualificados e especializados que em grande quantidade aportavam de Portugal, a exemplo do grande contingente de judeus, os mais qualificados profissionais da Europa, em fuga da inquisição portuguesa; mas vieram também lisboetas, açorianos, de outras regiões de Portugal e de toda colónia portuguesa no Brasil: mestres-escolas, artífices, ourives, carpinteiros, arquitectos, pintores, escultores, mestres-construtores, artesãos, pedreiros de alvenaria (produto da destacada arquitectura e engenharia portuguesa com o toque da criatividade regional), principalmente os especializados no trabalho com azulejos, entalhadores (*gravadores* de ouro nas igrejas, em fazendas e casas). Havia também profissionais liberais: advogados, escrivães, tabeliões, facultativos, funcionários públicos, inicialmente portugueses, depois também brasileiros, que conquistaram esse direito com a reforma pombalina), magistrados. Além de escravos e de gente humilde, havia também trabalhadores braçais de vários níveis, ferreiros, carpinteiros, pedreiros, mascates e soldados, “muitos soldados” (alvo das críticas do literato e inconfidente Thomaz António Gonzaga); praças e oficiais (posto máximo de coronel, uma vez que o generalato era privativo das forças armadas portuguesas¹³⁰). No campo eclesiástico encontravam-se prelados (bispos, abades, abadessas, madres, priores de ordens primeiras e segundas, destaque à Companhia de Jesus), padres, cónegos (Carlos Correia de Toledo e José da Silva e Oliveira Rolim, Cónego Luiz Vieira da Silva, “o devasso”), freis, freiras, irmãos leigos, etc. Segundo Gancho e Toledo (1991), os trabalhadores das vilas eram formados de “vários tipos de profissionais, que podem ser agrupados em quatro categorias: oficiais, profissionais liberais e burocratas, pequenos comerciantes e clérigos” (idem, s/d., 1991, p. 22). Do ponto de vista de saúde pública e das profissões liberais.

Minas Gerais então subordinados à Arquidiocese de São Sebastião do Rio de Janeiro. No dia 1º de maio de 1906, o Papa Pio X, por meio da bula *Sempiternam humani generis*, elevou a diocese à categoria de arquidiocese e sé metropolitana” (pt.wikipedia.org/wiki/Arquidiocese_de_Mariana, s/d. p. 1).

¹³⁰ A polícia Militar de Minas Gerais foi o primeiro corpo de milicianos militares brasileiros, isto é, não civis, denominados à época de “dragões”, nome comum dado a grupos específicos de soldados – inicialmente um corpo de infantaria (“combatentes a pé”), depois cavalaria – criada na Europa e imitada em todo o Brasil. Na actualidade é um título honorífico concedido a algumas unidades cerimoniais de alguns exércitos, brigadas, agrupamentos militares ou policiais, dentro e fora da nação brasileira.

A zona das Minas era uma região carente de médicos, dentistas, com sérios problemas de saúde pública. As ervas eram a base das medicações. Portanto, eram comuns os curandeiros. Tiradentes, por exemplo, exercia a profissão de dentista de maneira improvisada, isto é, sem formação técnica. Apesar disso teve relativo sucesso como “curador” de inúmeras doenças comuns na época: sífilis, lombrigas, febres, picadas de cobra. [...] Numa região de mineração, na qual as disputas pessoais eram frequentes, é natural que advogados, tabeliões e escrivães tivessem papel de destaque. Cláudio Manuel da Costa, por exemplo, era um advogado muito requisitado. O futuro inconfidente pertencia à camada mais alta da sociedade, porque tinha ricas propriedades. Tal fenômeno evidentemente não era isolado. Para ser bacharel [advogado], era necessário estudar em Coimbra, o que vale dizer: ser rico para poder fazê-lo (idem, 1991, 22-23 pp.).

A arte desenvolvida na região das Minas foi também objecto de destaque – formada por uma selecta e diversificada plêiade de intelectuais e artistas nomeadamente destacados ou anónimos – músicos, pintores, escultores, architectos, gravadores, enfim. Com o concurso dos artistas Minas Gerais rapidamente se destacou do resto do Brasil, o que despertou muita inveja e despeito das cidades e estados mais antigos, São Paulo e Rio de Janeiro principalmente.

A notícia da descoberta do ouro se espalhou brevemente e o que era um povoado torna-se em pouco tempo um arraial com aventureiros de toda a espécie: soldados desertores, negros fugidos da Bahia [onde ainda se localizava a capital do Brasil]. Chegando a notícia a Portugal, nova leva de imigrantes se junta aos pioneiros: judeus, cristãos-novos, ciganos, todos fugindo do Santo Ofício (órgão da igreja católica), que os considerava hereges, isto é, de algum modo ameaçavam as verdades religiosas estabelecidas. Somados a estes há que destacar os portugueses pobres que viam na atividade do ouro na colônia brasileira uma possibilidade de enriquecer facilmente [...] calcula-se que mais de dez mil pessoas deixaram Portugal de 1705 a 1750 (idem, *ibidem*, 8-9 pp.).

O ouro e os metais preciosos (diamante, ametistas, esmeraldas, etc.) transformaram completamente a vida da pacata província, onde muitos se enriqueceram rapidamente. Minas e seus principais povoados cresceram “do dia para a noite” a ponto de faltar o básico, os géneros alimentícios, arroz e feijão, alimento básico e tradicional da culinária brasileira, mas também outros alimentares indispensáveis, caso das verduras, que passaram a ser comprados “a peso de ouro”. A riqueza financiou a educação das elites, incentivou a cultura regional e fez das *Minas Geraes* a mais rica e culta província do país. Observa-se isto nas artes em geral, nos *ofícios* ou nas artes abstractas: arquitectura, escultura, desenho, gravura, pintura. Inaugurado em 1769, construído em estilo luso-brasileiro, a Casa da Ópera de Vila Rica, é o mais antigo prédio teatral da América do Sul, o que elevou a arte Barroca não somente na região, mas em todo o país.

O Barroco, apesar de ter sido iniciado na Bahia, com o chamado Barroco Açucareiro, teve em Minas o seu ponto alto como arte, quer seja na escultura, arquitetura, pintura ou música. Com o Barroco Açucareiro, fica o mérito da literatura, com nomes como Gregório de Matos Guerra (1633-1696), também conhecido por Boca do Inferno, por sua poesia satírica, que condenava os alicerces sociais da Bahia na segunda metade do século XVII, e Pe. Antônio Vieira, maior representante da oratória sacra em língua portuguesa.

O barroco brasileiro apresenta peculiaridades que o diferenciam do barroco europeu. A arte barroca de Minas Gerais revela grande proximidade com a arte das cidades portuguesas de Braga e do Porto. O barroco mineiro acabou por sobrepujar ao da metrópole, especialmente nas obras de Aleijadinho, em Congonhas do Campo e Ouro Preto. O Barroco tornou-se a verdadeira expressão de liberdade, em uma fase de dominação e opressão. Consistiu na possibilidade de infringir as regras trazidas pelos europeus e criar soluções inesperadas (ALBUQUERQUE, s/d., p. 1).

Nas artes literárias, em particular o gênero épico ou lírico, estilo onde predominava a poesia, o que não implica na inexistência do estilo prosaico, o ponto mais alto da estética literária barroca brasileira do século XVIII, Minas novamente destacara-se do resto do Brasil. A literatura mineira foi rica e contou com nomes admiráveis, como o do português da cidade do Porto, Tomaz António Gonzaga, Cláudio Manuel da Costa, Inácio José de Alvarenga Peixoto, este, além de poeta e rico fazendeiro era também coronel de milícias.

A política brasileira, até então inexistente, regista nesse conturbado período um novo capítulo de uma longa e tortuosa história, onde se desponha, apesar dos senões e contradições, a figura do alferes do Regimento Regular de Cavalaria de Minas (RRCM)¹³¹ *Joaquim José da Silva Xavier* (1746-1792), cognominado de “O Tiradentes”. Quarto filho de sete irmãos, de uma família de pequenos fazendeiros mineiros. Tiradentes buscou firmar-se em várias profissões na vida, sem obter sucesso em nenhuma delas. Era muito requisitado como dentista prático, mas trabalhava também como curandeiro. Tentou também a profissão de comerciante, tropeiro, mascate, faisqueiro, por fim, “sentou praça” no Regimento de Cavalaria dos Dragões, e chegou ao posto de alferes, hierarquia militar intermédia ou similar a 2.º Tenente. Tinha a leitura como hábito, o que lhe proporcionou relativa qualidade de autodidacta. Entretanto, o que realmente o notabilizou foi a actividade revolucionária. Ao ser preso, quando da denúncia do levante mineiro, denominado de Inconfidência Mineira, foram apreendidos alguns livros de medicina, onde provavelmente o Tiradentes se aperfeiçoava na arte de dentista prático.

¹³¹ Criada em 1775 e extinta em 1831, conhecida também como “Dragões Reais de Minas” ou “Dragões d’El-Rei” era uma unidade do Exército Português no Brasil e parte do Exército Imperial no tempo do Brasil independente. Por determinação de D. João VI tornou-se o “Regimento de Cavalaria de Linha de Minas Gerais”, em 1808. Sua sede era em Vila Rica, distrito de Cachoeiro do Campo. A missão precípua do Regimento era garantir a lei e a ordem e as actividades de exploração do ouro, e dar apoio à fiscalização da cobrança de impostos, protecção do governador e autoridades, policiamento, salvamento, etc. Dos antigos Regimentos de Cavalaria dos Dragões foi formado o 1.º Regimento de Cavalaria de Guarda do Exército Brasileiro.

Seus pais eram pequenos fazendeiros, de instrução mediana.

Órfão aos onze anos, foi viver com o padrinho, um dentista que o iniciou na profissão. Daí o apelido Tiradentes. Não teve estudos. [...] Tentou tudo, e quando as coisas não davam certo, voltava a arrancar dentes. Há muitos testemunhos de que ele era bom nisso: fazia extrações sem dor e “ornava a boca de novos dentes, feitos por ele mesmo, que pareciam naturais”, como disse frei Raimundo de Penaforte (CHIAVENATO, 2000, p. 25).

Tinha também outras, igualmente curiosas ou interessantes práticas, ideias, trabalhos ou projectos, como a de “engenheiro”. Para muitos eram ideias extravagantes, excêntricas ou doidices, para alguns, revolucionárias, ridicularizadas, no entanto, no vice-reinado brasileiro, quando apresentou no Rio de Janeiro um projecto hidráulico de sua autoria. É considerado o líder da “Inconfidência Mineira”, uma tentativa de levante mal sucedido contra o domínio português na província e no Brasil. Sua liderança fora contestada por alguns companheiros revoltantes. Entretanto, o seu “sacrifício”, isto é, o de chamar para si, destemida e corajosamente, toda culpa da conspiração e sem denunciar quem quer que fosse, ao contrário da cobardia de outros companheiros, tornou-se um ente exponencial e o “líder político da Inconfidência Mineira”, honraria “construída na república nascente”. Seu nome está envolto em lendas e mitos¹³², muito convenientes e aos interesses ideológicos do movimento republicano, por exemplo, o de “Mártir da Inconfidência Mineira”.

Tiradentes não era filho de pais ricos, nem poderosos. Sua família era uma família comum, de gente trabalhadora, que viera para o Brasil com a esperança de aqui construir uma vida nova. Quando o prenderam, tudo o que ele tinha valia tão pouco, que os bens foram arrolados como “trastes”, coisas sem valor: uns pratos de estanho, outros de louça, fardas velhas, duas navalhas novas, uma espada sem bainha e alguns livros (ANASTASIA, 1999, p. 9).

“O Tiradentes” era o único personagem pobre dos revolucionários e provavelmente por isto recebeu sozinho a pena capital¹³³, não somente porque confessara e assumira para si toda a culpa. Dona Maria I procurou amenizar, a situação, “apaciar os ânimos”, porque temia alguma retaliação ou resistência da aristocracia regional ligada aos presos no levante. A monarca aplicou-lhe a pena capital por cobardia ou por “estratégia política”, pois tinha de mostrar firmeza, força, poder, mas também *benevolência*, mesmo porque temia a reacção dos ricos colonos de Vila Rica e da província. Em contrapartida, os outros revoltosos, principalmente os líderes intelectuais do movimento, eram homens de posses, alguns inclusive muito ricos: latifundiários, detentores de cargos públicos e de influência no governo provincial, no Vice-reinado do Brasil e na Metrópole portuguesa. Os degredados tinham como actividade

¹³² Uma das muitas lendas associadas ao Tiradentes, porque não há documentação comprobatória, dá conta que construíra, numa das porteiras de sua fazenda, um engenhoso dispositivo hidráulico. Quando alguém a abria, um mecanismo jogava água numa caixa d’água à distância. Certamente, a única coisa que provavelmente a “porteira emperrada” proporcionou-lhe foi muitas queixas e reclamações dos transeuntes.

¹³³ Após a conclusão dos autos dos processos a justiça brasileira condenou todos os inconfidentes à morte, por enforcamento. Porém, D. Maria I comutou a pena de todos para a do decreto perpétuo às Áfricas, menos a do Tiradentes, que, por ter assumido a culpa sozinho de todo o movimento, enquanto os outros negavam e mentiam, e por ser pobre e de origem humilde, foi o único sentenciado à morte.

económica principal a criação de gado e a mineração, e ocupavam papel de destaque na sociedade de Vila Rica e das vilas em que moravam, alguns inclusive eram bacharéis em direito. Clérigos também participaram activamente da Conjuração Mineira, pelos mesmos motivos da elite mineradora e latifundiária, o arrocho fiscal decorrido da alta e extorsiva tributação. Os religiosos mais destacados foram: Padre José da Silva e Oliveira Rolim, Padre Carlos Correia de Toledo.

Alvarenga Peixoto, bacharel em direito, era riquíssimo, ocupava o cargo de Juiz em Sintra quando morava em Portugal, era parente de outra figura notória no episódio e em Vila Rica, Thomaz António Gonzaga. Alvarenga nasceu no Rio de Janeiro (1744) e faleceu em Ambaca, Angola (1792), com 45 anos, foi também aplaudido poeta do barroco mineiro e brasileiro. Passou boa parte da vida em Portugal, teve formação clássica, pois estudou com os jesuítas antes de ir para a Universidade de Coimbra para se bacharelar em leis (1767), pondo em cumprimento a tradição dos ricos brasileiros que mandavam seus filhos a Portugal e França para o estudo superior. Com a morte do pai retornou ao Brasil, em 1776, para apossar uma imensa herança. De posse da fortuna deixou o Rio de Janeiro e radicou-se em Minas. Rico e com muitas benesses das recebidas da Coroa portuguesa foi nomeado ouvidor (juiz nomeado por donatário) da Comarca do Rio das Mortes e coronel do 1.º Regimento de Cavalaria da Campanha do Rio Verde. O posto de Coronel dos Dragões muitas vezes advinha de “favores régios” e não de uma consequente carreira militar. Foi um grande bajulador das autoridades e dos poderosos portugueses, homenageando-os em alguns dos poemas que escrevera quando em Portugal. Adoptou o pseudónimo ou cognome literário de “Peixoto”.¹³⁴ Em Portugal conviveu com os poetas Basílio da Gama, Caldas Barbosa e o primo Thomaz António Gonzaga. Aderiu ao movimento nacionalista para fugir dos pesados impostos que a coroa portuguesa impusera e para fugir da ruína total, embora já estivesse literalmente falido à época. Foi juiz em Sintra antes de retornar ao Brasil.

Igualmente acusado do crime de “lesa-majestade” na Inconfidência Mineira ficou preso na Ilha das Cobras, Rio de Janeiro, no aguardo de ser enforcado. Entretanto, sua pena, como de todos os outros, menos a do Tiradentes, foi comutada para ostracismo perpétuo em Angola, morrendo pouco tempo depois que chegou ao auxílio, ou seja, em 1792. Em 1769 começara a publicar poesias, mas nunca editou um livro em vida. Casou-se com Bárbara Heliodora¹³⁵, mulher de grande valor, de rica família paulista, ilustrada, poetisa, a quem dedicou a maioria de seus versos, como no trecho do imortal poema “Bárbara Bela”, escrito no cárcere, onde o poeta lamenta o destino, a perda da liberdade e, principalmente, a ausência da esposa querida, musa e amor da sua vida: “Bárbara bela / Do Norte estrela, / Que o meu destino / Sabes guiar, / De ti ausente / Triste somente / As horas passo / A suspirar. / Por entre as penhas/ De incultas brenhas / Cansa-me a vista / De te buscar”. Conta-se, que ao saber

¹³⁴ Assinou também poemas com os pseudónimos Alceu, Eureste e Fenício, enquanto elemento da Arcádia Mineira. Em 1865 Joaquim Noberto reuniu suas obras no livro *Obras Poéticas*, reproduzidas um século depois sob o título *Poesia de Ouro*.

¹³⁵ O nome completo da esposa de Alvarenga Peixoto era Bárbara Heliodora Guilhermina da Silveira. Nasceu em São Gonçalo da Campanha (1759) e faleceu em Vila Rica (1819). Bárbara era poetisa, mineradora e activista política, e participou indirectamente da Inconfidência, como a famosa Chica da Silva de Diamantina. O concubinato era prática comum entre os inconfidentes, Peixoto e Bárbara, por exemplo, viveram juntos por muito tempo, até se casarem, em 1781, por portaria do bispo de Mariana. Tiveram quatro filhos Maria Ifigénia, morta precocemente em violenta queda de cavalo, José Eleutério, João Damasceno e Tristão António. Bárbara Heliodora ganhou o título de “Heroína da Inconfidência Mineira”. Conta-se que tenha ficado “fraca dos miolos” depois dos acontecimentos funestos que envolveram seu marido.

que tinha sido delatado quis dirigir-se ao governador, o Visconde de Barbacena¹³⁶, para inocentar-se e delatar os companheiros, o que foi veementemente repreendido por “Dona Bárbara”, como essa senhora era respeitosamente tratada, que o teria dito: “Prefiro antes ver-te morto a traidor!”, o que lhe deu forças para aceitar a triste sina que o aguardava. Em uma de suas bajulices, Alvarenga Peixoto louvou o Marquês de Pombal, que em troca,

ajudou-o a abrir caminho na vida. [...] fez uma das maiores fortunas de seu tempo. Tinha latifúndios, lavras, gado, escravos. E o privilégio de ser o juiz do rei na região das suas propriedades.

Casou-se com Bárbara Heliodora, de rica família paulista. [...] Mas o ouro diminuía e ele gastava demais. Tomou muito dinheiro emprestado. Em 1788 estava virtualmente falido. Devia impostos, o contrabando e a usura não lhe bastavam sequer para cobrir os juros. Um dos credores era outro endividado: Joaquim Silvério dos Reis¹³⁷ (CHIAVENATO, 2000, p. 20).

Outra figura destacada no episódio era Cláudio Manuel da Costa, um dos mais influentes personagens do frustrado motim. Com 60 anos no tempo da Inconfidência, era bacharel em direito formado em Coimbra, o que fez dele um brilhante advogado, com serviços requisitados, e um dos cidadãos mais ricos da capital e da província. Era muito querido principalmente pelo génio “folgazão”. Tinha muitos escravos e ganhava muito dinheiro fácil com o labor de seus escravos, mas também tinha latifúndios. Além do gado tinha uma grande criação de porcos. A agiotagem era outro ramo de que se ocupava. Por conta do talento de poeta e de óptimo casuístico em direito, reverenciavam-no grandes e pequenos. Como a maioria dos ricos tinha lavras e fazia contrabando, em que as autoridades, corruptas, faziam vistas grossas. Aderiu também à conjura, com o motivo da maioria, “não pagar os impostos do ouro a Portugal”. A queda da produção aurífera, dia pós dia, precipitava os ricos portugueses e brasileiros à falência, e o desespero de perder suas fortunas os apavorava, facilitando a adesão à revolução, que viria em óptima hora. Acreditava-se que guardava uma grande soma de ouro, contrabandeado de suas lavras em algum lugar de suas propriedades, misturadas junto a areia. Foi um dos primeiros a ser preso no movimento, sendo conduzido à Cadeia Pública de Vila Rica, onde misteriosamente apareceu morto poucos dias depois da prisão. As investigações deram como causa *suicídio*, contestado, no entanto, pelos amigos, população da vila e pela Igreja, que lhe prestou todos os serviços fúnebres, facto inaceitável além de condenado pelo Direito Canónico. Tudo indica um “assassinato encomendado”, pelas autoridades locais, venais e corruptas, temerosas de seu prestígio e medo do mesmo delatar tudo que sabia, por exemplo, de ter pagado generosas “propinas” de suborno a agentes públicos para

¹³⁶ Visconde de Barbacena “foi um título nobiliárquico instituído por decreto do rei D. Afonso VI de Portugal de 19 de Dezembro de 1671 [ou, menos provavelmente, 1661], em benefício de Afonso Furtado de Castro do Rio de Mendonça, 5. senhor de Barbacena e 24. Governador do Brasil” (https://pt.wikipedia.org/wiki/Visconde_de_Barbacena).

¹³⁷ Também coronel nomeado dos Dragões, considerado o “Judas da Inconfidência Mineira”, muito lucrou com a delação dos companheiros revoltosos, inclusive de Alvarenga Peixoto de quem era grande credor. Porém, não é justo atribuir-lhe toda a culpa ou a isolada infâmia, porque não foi o único delator. A culpa praticamente exclusiva recai-lhe porque era português, corrupto, agiota, contrabandista e de vida irregular (práticas e comportamentos comuns àquela sociedade e à elite da mineração), e porque negociou a delação com as autoridades portuguesas pelo perdão de enorme dívida com o fisco e a Coroa, caminho mais fácil para fugir da falência iminente e empobrecimento inevitável.

fazer vistas grossas ao contrabando de ouro por ele perpetrado, ou para tentar roubar-lhe a imensa fortuna escondida em alguma de suas propriedades.

Cláudio Manuel da Costa [...] As lavras eram seu principal negócio [...] foi uma espécie de banqueiro, distribuindo concessões de crédito. [...] foi duas vezes secretário de governo, em 1762/1765 e 1769/1773 [...] Seria o legislador da nova república. Seus poemas de amor são considerados dos melhores da poética colonial. [...] Guardava st eu ouro fundindo-o em barras misturadas com areia, camuflando o metal [...]. apareceu morto na sua cela, enforcado. Oficialmente, deram o fato como suicídio. Há muito desconfiança, porém que morreu para que não denunciasses tudo o que sabia e pudessem roubar-lhe as barras de ouro (idem, 2000, p. 21).

A súbita e inesperada morte de Cláudio Manuel da Costa provocou consternação geral em toda a Vila Rica e nas *Geraes*, porque, além de ser muito querido e respeitado, exercia forte influência na província e foi, com certeza, um dos líderes da Conjuração Mineira.

Neste sentido, retomando a discussão da liderança do movimento revolucionário, voltemos novamente para a figura do Tiradentes. Ao lado de Cláudio Manuel da Costa (1729-1789), Thomaz Antônio Gonzaga, Inácio Alvarenga Peixoto e o padre Rolim, despontava “O Tiradentes”, apesar das críticas, principalmente na pessoa do poeta Thomaz Gonzaga, entre outros representantes da elite mineira, e por alguns historiadores do período imperial, como Joaquim Manuel de Macedo¹³⁸, teve participação activa na conjuração, no entanto, não devemos crer tão grande assim sua liderança como fora colocado posteriormente. Historiadores de ideologia republicana enalteceram o nacionalismo pátrio, mas como eram bem situados no regime monárquico-imperial, tiveram o cuidado de construir a nacionalidade brasileira exaltando os feitos regionais, mas sem macular o sistema monárquico e a nobreza portuguesa no poder. Por conseguinte, optaram por valorizar a cultura, a educação ou a posição social do restante, posto que ricos, cultos, artistas, poetas, sacerdotes, enfim, membros efectivos da alta classe dominante brasileira. Preconceitos e ideologias à parte, Tiradentes tornou-se um destacado líder da Inconfidência Mineira. Tomaz Gonzaga dizia-o falastrão, “meio louco”, “temerário”, outros, “boca rota”, porque Tiradentes saía a pregar, de forma destemida ou imprudente, uma rebelião que objectivava a separação do Brasil de Portugal, criação da República, pelas localidades provinciais e na capital do Brasil. Fazia-o em praças públicas, em casa de amigos, nas tavernas ou nos alcoices, atitude ou comportamento que evidentemente o comprometia e a todos. Há de se dizer, em defesa do alferes, que Joaquim José era um idealista e desejava a independência do Brasil sem os interesses da elite inconfidente, pois não tinha títulos, fortuna, lavras ou fazenda, tampouco estava endividado com o erário português. Entretanto, não pensavam do mesmo modo outros companheiros do alferes, pois o interesse económico-financeiro era a principal motivação do engajamento à conjura mineira, impelidos

¹³⁸ O autor, professor de História do Brasil, que elaborou um dos primeiros manuais sobre o assunto (*Lições de História do Brasil*, ed. De 1860), pertencia ao quadro do recém-fundado Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Macedo, fiel ao imperador, não podia chegar a nenhuma conclusão contrária ou desfavorável ao Imperador, Pedro II ou aos colonizadores portugueses (MELO, 1999, p. 68).

que estavam pela falência de facto ou iminente, o que sobrepunha em muito o ideal patriótico propalado pelos ideólogos da República.

Tiradentes é um ícone da história de Minas e do Brasil. Psicologicamente, sua pessoa, vida e trabalho são emblemáticos, sujeitos, portanto, a contradições e exageros, lendas e mitos, principalmente quanto ao verdadeiro lugar ocupado na Conjuração Mineira. A profissão de dentista prático rendeu-lhe fama, crítica e zombaria, e a alcunha de “Tiradentes”. Tiradentes trabalhou como minerador (faisqueiro ou garimpeiro), tropeiro e alferes do Regimento Militar dos Dragões de Vila Rica. Socialmente, provinha de uma família simples, de classe mediana. Tinha uma inteligência prática para a engenharia, como nos referimos anteriormente, que o levou a idealizar um projecto para acabar com a falta d’água no Rio de Janeiro, sério problema na capital brasileira. Em 1787, cheio de esperanças, empreendeu viagem ao Rio de Janeiro para expor seus planos às autoridades. Se bons ou não os projectos de engenharia do Tiradentes eram, facto é que não surtiram efeito e não passaram de mais uma tentativa infrutífera de obter sucesso e dinheiro, sonho ou quimera de sua vida. Com quarenta anos e a pesar muitos insucessos profissionais e na vida pessoal Joaquim José da Silva Xavier ingressou na Inconfidência Mineira.

Nada dera certo em sua vida. Não tinha dinheiro e chegou Joaquina, a filha. Resolveu ser engenheiro.

Pediu licença no Regimento e em Março de 1787 voltou ao Rio de Janeiro. Levava dois grandes planos: acabar com a falta d’água e resolver o problema dos armazéns no porto. Não o embaraçava a falta de uma formação profissional. No Rio, com seus desenhos esboçados em Vila Rica, faria contatos suficientes e ficaria rico.

Pôs seus projetos no papel e foi ao vice-rei, Luís de Vasconcelos e Souza [...] afirmando que resolveria o problema d’água, pedindo dinheiro e autorização para fazê-lo. [...] Ficou conhecido de tanto falar nos planos. Enquanto esperava uma resposta positiva, arrancava dentes para ganhar a vida. [...] E chegou até a vislumbrar uma baixa no preço da farinha, construindo moinhos populares, movidos pelas águas dos córregos do Catete, Laranjeiras, Andaraí e Maracanã. [...] Mas a Câmara Municipal negou-lhe todos os sonhos. Seus projetos não tinham viabilidade, disseram-lhe. [...] Derrotado, sem dinheiro e com um sentimento de desforra. Ao chegar, nesse estado, soube das infidelidades de Antonia Maria. Tinha bons motivos para topar uma rebelião (idem, *ibidem*, 2000, 31-32 pp.).

Tiradentes é a figura de maior destaque no cenário histórico da política brasileira, venerado e sagrado na iconografia da jovem República do Brasil, como o herói que sacrificou a si mesmo pela pátria e os companheiros. À figura emblemática do Alferes Tiradentes apõe-se não somente factos históricos, mas também muita imaginação. Ele encarna o ideal de cidadão modelo, herói e “mártir da Inconfidência”, porém, trata-se de uma construção engendrada pelos ideólogos da República no sentido de banir definitivamente a influência política portuguesa no Brasil e enfraquecer focos imperialistas recalcitrantes, caso de Ouro Preto, antiga Vila Rica, contrários ao novo governo. O “Mito do Tiradentes” encarna o estereótipo do cristo, com cabelos e barbas longos, retractor que remete ao dia do

enforcamento. Apela para o sagrado, ao elemento dramático e patético, que enaltece o povo brasileiro, a República, ao mesmo tempo em que condena o antigo colonizador português, notadamente o sistema monárquico. O Tiradentes, cujo enforcamento é tomado literalmente como de um “*sacrifício* em prol da nação brasileira”, como o Cristo pela humanidade, tornou-se o símbolo do herói nacional, imagem exemplar a ser seguida, e o principal representante da propaganda republicana. A suposta aparência do alferes Joaquim José da Silva Xavier no patíbulo¹³⁹, momentos antes do enforcamento ou pouco depois, mostra-o com longos cabelos e barbas caindo-lhe à cintura, é legendária, mas não passa de uma grosseira mitificação. Este quadro é comprovadamente inverídico, pois o mesmo, em razão de ser militar tinha o costume de barbear-se todos os dias, inclusive no dia da execução¹⁴⁰. Uma das explicações do mito é o facto da biografia do alferes provir também de dois frades brasileiros, que exaltaram suas “virtudes religiosas”, esquecendo-se de suas qualidades cívicas.

Com a proclamação da República, apagaram-se os últimos vestígios da presença portuguesa no governo do Brasil. [...] É interessante ressaltar que os republicanos negligenciaram a face cívica do herói, senão destacaram a face religiosa de Tiradentes. As obras que trataram da Inconfidência, a partir da proclamação da República, pautaram-se, sobretudo, nas narrativas do frei Carlos José de Maria do Desterro e do frei Raimundo da Anunciação Penaforte que enfatizaram a figura do réu enforcado, passivo, humilde. As memórias dos dois freis estão instaladas no sagrado e carregadas de subjetividade. Foi exatamente esta sacralidade que permitiu a construção do mito de Tiradentes, do herói cristão, compatível com o caráter da recém-fundada república no Brasil (*ibidem*, 20-21 pp.).

Nas artes pictóricas chama atenção o trabalho de Manoel da Costa Athaide (1762-1830), mestre pintor de quadros, afrescos, forros de igrejas, esteticamente denominados de “caixotões”, por serem pintadas nas tiras de madeira que forram o tecto das igrejas de Minas Gerais. Athaide é o mais elogiado pintor e decorador mineiro e brasileiro naquele contexto histórico. Mas não foi o único pintor e artista de expressão da época. Inspirava-se nas Sagradas Escrituras, obras de arte, passagens da Bíblia, livros e obras religiosas clássicas. Como os demais artistas mineiros, compensava a falta de material para desenvolver livremente a arte com a criatividade, produzindo seu próprio material de pintura, tintas, por exemplo. Era também militar, com a patente de 2.º Tenente do destacamento dos Dragões, milícia originada na época do apogeu aurífero. Mestre Athaide¹⁴¹ foi contemporâneo, amigo e parceiro de trabalho do Mestre Aleijadinho, mas detinha privilégios, como o de receber como mestre artesão, cujo

¹³⁹ Tiradentes foi enforcado em 21/04/1792, no antigo Campo da Lampadosa, no Rio de Janeiro.

¹⁴⁰ Famosas são as “últimas palavras do alferes”, proferidas momentos antes do enforcamento, segundo reza uma suposta tradição oral, provem ente originada pela ideologia republicana, no cadafalso, diante de seus algozes e da população: “Mil vidas eu tivesse, mil vidas eu daria para a independência do Brasil”. Como não há comprovação pode ser também mais uma “construção republicana”. Uma coisa, porém, é certa: ele tinha uma riqueza que ninguém conseguiu roubar-lhe, a coragem!

¹⁴¹ Mestre Athaide “considerado um dos maiores nomes e um divisor de águas na história da pintura brasileira, e o maior representante da pintura do Brasil colonial. Manuel da Costa Ataíde era filho do capitão português Luís da Costa Ataíde, oriundo de Santa Cruz de Alvalade, e de Maria Barbosa de Abreu, de naturalidade possivelmente também portuguesa. Nasceu na freguesia de Mariana e foi batizado em 18 de outubro de 1762, na Catedral. Sua família era de condição modesta, possuindo um sítio para plantação de milho, uma criação de porcos, alguns escravos e duas casas em Mariana. Teve quatro irmãos: Domingos, tenente e também pintor, Sebastião, Antônio, que veio a ser padre, e Izabel Gualdina” (Mestre Athaide, in: http://pt.wikipedia.org/wiki/Mestre_Ata%C3%ADde).

salário era muito melhor, ao contrário de Aleijadinho, mulato, filho ilegítimo (esta condição impediu-o de receber seu quinhão na herança paterna), ex-escravo, não possuía.

Os modelos de sua pintura são procurados nos Missais e bíblias da época, como as cenas da barra da capela mor de S. Francisco de Ouro Preto pintada a maneira de asulejo” ¹⁴² inspiradas na “Histoire Sacrée de la Providence et de la Conduite de Dieu sur les Hommes Depuis le commencement du Monde Jusqu’aux Temps prédits dans l’Apocalypse. [...] Dedieé à La Reyne Par Demarne Architecte et Graveur Ordre de Sa Magesté”, conservado na Biblioteca Nacional no Rio de Janeiro [...] Também em seu inventário vamos encontrar o “segredo das artes” em dois tomos além de um “dicionário francês” [Documento nº 62].

Mas não são cópias servis senão, usando os modelos, imprimir-lhes seu dom pessoal através da adaptação a seu meio, pois brasileiras são suas figuras, mas sobretudo modelo adaptado à sua paleta variada (MENEZES, s/d., p. 10).

No apogeu do ouro, Vila Rica tinha uma população, costumes e uma cultura que em nada devia à Nova Iorque e uma população superior a algumas cidades da Europa e da América do Norte. Equivale dizer que Minas Gerais e o ciclo do ouro são partes integrantes, indissociáveis e praticamente sinónimos. O ouro financiou quase tudo em Vila Rica e demais cidades importantes, e foi responsável pelo surgimento de uma plêiade de intelectuais, bacharéis, doutores e autodidactas, formada por pensadores, filósofos, juristas e políticos, escritores, poetas, oradores, artistas, entre outros.

No tocante às artes construtivas (como a arquitectura), esculturais e plásticas (abstractas), não foram poucos os artistas mineiros que despontaram. A arte barroca do estado minerador, além de rica e próspera, esteve à frente da cultura brasileira naquele período colonial. A Arte das Geraes provinha de mineiros, portugueses e brasileiros, como o escultor carioca Mestre Valentin, Manuel Francisco da Costa Lisboa (pai do Aleijadinho), e de outros mestres destacados na arte da escultura, da pintura, do talhe, da gravação (revestir altares, pilares, imagens e naves com ouro). A arquitectura não era ainda uma profissão liberal, e teve como destaque o “Aleijadinho”. Sem dúvida, este foi o maior artista da arte barroca mineira e brasileira, para não dizer portuguesa, do século XVIII.

O barroco, mesmo o rococó (fase tardia deste género artístico, de influência iluminista), de Minas, pictórica, arquitectónica e escultural, tinha forte teor sacro-religioso. Este fenómeno não se resumia unicamente pela presença da Igreja, mas também pelo mecenato que pela primeira vez se fez presente no Brasil. Pessoas de alto poder aquisitivo investiam no trabalho artístico, patrocinando obras, construções e artistas, normalmente ligados às Ordens Terceiras de Nossa Senhora do Carmo (da elite) e de São Francisco de Assis (de carácter mais popular). Aleijadinho (1730/1738-1814), alcunha de Antônio Francisco Lisboa, nasceu e morreu em Vila Rica¹⁴³, mulato, filho de escrava, desenvolveu uma fina, talentosa e requintada arte, principalmente como entalhador, na madeira ou pedra-sabão, tinha o trabalho requisitado em toda a província, arte reverenciada e respeitada na colónia e na

¹⁴² “Documento n.º 59. O sacrifício de Abraão”. Nota do autor.

¹⁴³ Sua biografia é incerta e cheia de mistérios, onde não faltam histórias, mitos e controvérsias.

metrópole. Seu trabalho tinha cores vivas e fortes, marcado também por um impressionismo admirável, espalhada por todo território mineiro. São-lhe atribuídas quatrocentas obras, mas sem garantia de plena certeza, pois a verificação da autoria de algumas obras do Aleijadinho foi realizada em função da semelhança, estilo e detalhe próprios do artista. Este critério foi utilizado pela ausência de comprovação documental¹⁴⁴, o que aumenta o mistério e a controvérsia em torno de seu nome e obra, envoltos também em lendas e dúvidas, o que aumenta ainda mais o mistério.

Aleijadinho gozara de boa saúde até 1776. A partir de 1777, no entanto, surgem os primeiros sinais de uma misteriosa doença – que muitos historiadores e médicos tentaram explicar, mas sem garantia de certeza e unanimidade. Esta misteriosa moléstia foi pouco a pouco minando-lhe a saúde. A deformação do corpo influenciou no humor, estampada em certa ironia e azedume perceptíveis na alma e na complexidade artística da obra. A doença, a discriminação social e racial, as limitações físicas e outras adversidades, jamais detiveram o seu proficiente trabalho.

Bretas relatou que depois de 1777 o artista começou a exibir sinais de uma misteriosa doença degenerativa, que lhe valeu o apelido de "Aleijadinho". O seu corpo foi progressivamente se deformando, o que lhe causava dores contínuas; teria perdido vários dedos das mãos, restando-lhe apenas o indicador e o polegar, e todos dos pés, obrigando-o a andar de joelhos. Para trabalhar tinha de fazer com que lhe amarrassem os cinzéis nos cotos, e na fase mais avançada do mal precisava ser carregado para todos os deslocamentos – sobrevivem recibos de pagamentos de escravos que o levavam para cá e para lá, atestando-o. Também a face foi atingida, emprestando-lhe uma aparência grotesca. De acordo com o relato, Aleijadinho tinha plena consciência de seu aspecto terrível, e por isso desenvolveu um humor perenemente revoltado, colérico e desconfiado, imaginando que mesmo os elogios que recebia por suas realizações artísticas eram escárnios dissimulados. [...] Diversos diagnósticos têm sido propostos para explicar essa doença, todos conjecturais, que incluem entre outras lepras [alternativa improvável, visto que não foi excluído do convívio social, como ocorria com todos os leprosos], reumatismo deformante, boubas, zamparina, intoxicação por "cardina" [uma substância desconhecida que teria o poder de ampliar seus dons artísticos, conforme um relato antigo], sífilis, escorbuto, traumas físicos decorrentes de uma queda, artrite reumatóide, poliomielite e porfiria [doença que produz fotossensibilidade – o que explicaria o fato do artista trabalhar à noite ou protegido por um toldo] (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aleijadinho>, p. 3).

Uma característica estética do artista era o simbolismo, a despontar símbolos maçônicos e cabalísticos. A contestação social, política e regional, exemplificada numa fina ironia ou bombástica e demolidora crítica era uma característica da arte do Aleijadinho. A famosa estátua articulada e equestre de São

¹⁴⁴ Porque era mulato, filho de escravo, o preconceito social o impedira, em muitas ocasiões, de assinar seu nome nas obras, prerrogativa ou privilégio dos artistas brancos e livres, uma das dificuldades de confirmar a paternidade de algumas obras por ele executadas.

Jorge, esculpida em tamanho natural, dotada de um subjetivismo e genial impressionante, oferecida à Matriz do Pilar em Vila Rica¹⁴⁵ é um o principal exemplo. Nas procissões de “Corpus Christi” o santo se apresentava vestido e armado como cavaleiro (com elmo, armadura, espada, lança, etc.) e montado a cavalo. Esta estátua – actualmente no Museu da Inconfidência, em Ouro Preto – reproduzia a fisionomia do capitão-general Bernardo José de Lorena, Conde de Sarzedas (1756-1818), então governador provincial, muito criticado e contestado pelo carácter leviano, corrupto e de moral corrompida. Francisco Lisboa foi um artista de raro talento, dotado de uma criatividade ampla e variada. Além do projecto da Igreja de São Francisco, em Ouro Preto, o talento de escultor, entalhador e arquitecto, espalhou-se por várias localidades. Imortalizou-se pelas esculturas realizadas em madeira (cedro) e pedra-sabão, material que revolucionou a arte da escultura mineira, por sua natureza maleável e densidade inferior à do mármore. Em muitas igrejas barrocas de Minas Gerais encontravam-se algumas de suas obras, de alcance e respeito mundial.

¹⁴⁵ Alguns críticos de arte atribuem algumas semelhanças do trabalho do Aleijadinho com o de Michel Ângelo, inclusive o humor, caracterizado, por exemplo, em caricaturar seus desafectos em suas obras.

Escultor, arquiteto, entalhador. É considerado o mais importante artista brasileiro do período colonial. Filho natural do arquiteto e mestre-de-obras português Manuel Francisco Lisboa e de uma de suas escravas¹⁴⁶, recebe do pai as primeiras noções de desenho, arquitetura e escultura. Provavelmente tenha recebido ensinamentos do desenhista e medalhista lisboeta João Gomes Batista [s/d. – 1788], que depois de trabalhar no Rio de Janeiro muda-se para Vila Rica, atual Ouro Preto, onde entre 1751 e 1784 exerce o posto de abridor de cunhos da Intendência e Casa de Fundição. É possível que Aleijadinho também tenha sido orientado por dois entalhadores: Francisco Xavier de Brito [s/d. – 1751], responsável pela execução da talha da Igreja de Nossa Senhora do Pilar de Ouro Preto, que por estar enfermo indica o pai de Aleijadinho para terminá-la; e José Coelho de Noronha, que no ano de 1758 trabalha na Igreja Matriz de Nossa Senhora do Bom Sucesso, em Caeté. Dois anos depois, nessa cidade, Aleijadinho realiza uma escultura de Nossa Senhora do Carmo e se responsabiliza pela execução dos altares laterais. Antes dos 50 anos, ele é acometido por uma doença degenerativa, que deforma e atrofia seu corpo, desencadeando a perda progressiva do movimento dos dedos das mãos e dos pés. Passa a trabalhar com os instrumentos atados às mãos por seus escravos, que o carregam até os locais de trabalho. [...] No conjunto de sua obra destacam-se os projetos das igrejas de São Francisco de Assis, em Ouro Preto e em São João del Rei, Minas Gerais; as 66 imagens de cedro dos Passos da Paixão e os 12 profetas de pedra-sabão, para o Santuário do Senhor Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas do Campo, Minas Gerais. Aprende com o pai o risco arquitetônico e as técnicas de marcenaria e carpintaria. O ofício de talhador e escultor teria aprendido com artesãos renomados como Francisco Xavier de Brito [s/d. – 1751] e José Coelho de Noronha (<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa8614/aleijadinho>, s/d., p. 1).

Retomando a literatura barroca e neoclássica brasileira do século XVIII, vale destacar Basílio da Gama e o aclamado Thomaz Antônio Gonzaga (1744-1810), filho de ricos fazendeiros mineiros e de um magistrado mineiro. Nasceu na cidade do Porto quando os pais moravam em Portugal. Nomeado ouvidor de Pernambuco, o pai de Thomaz retorna ao Brasil quando ele tinha sete anos. Iniciou seus estudos clássicos com os jesuítas até 1761. Com dezessete anos foi para a Universidade de Coimbra

¹⁴⁶ Isabel era o nome de sua mãe. Francisco Lisboa nasceu escravo e foi alforriado no acto baptismal (29/08/1730) ocorrido na freguesia de Nossa Senhora da Conceição de Antônio Dias, em Vila Rica, que teve como padrinho Antônio Reis, pelo pai, o renomado arquitecto português Manoel Francisco Lisboa. Segundo seu primeiro biógrafo, Bretas, “o conhecimento que Aleijadinho tinha de desenho, de arquitetura e escultura fora obtido de seu pai e talvez do desenhista e pintor João Gomes Batista. Terá frequentado o internato do Seminário dos Franciscanos Donatos do Hospício da Terra Santa de 1750 até 1759, em Ouro Preto, onde aprenderia Gramática, Latim, Matemática e Religião. Entrementes, assistia seu pai nos trabalhos que ele realizava na Matriz de Antônio Dias e na Casa dos Contos, trabalhando também com seu tio Antônio Francisco Pombal, entalhador, e Francisco Xavier de Brito. Colaborou com José Coelho Noronha na obra da talha dos altares da Matriz de Caeté, projeto de seu pai. Data de 1752 o seu primeiro projeto individual, um desenho para o chafariz do pátio do Palácio dos Governadores em Ouro Preto” (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aleijadinho>, s/d., p. 15).

onde se bacharelou também em leis (direito)¹⁴⁷. Em 1782, nomeado Ouvidor de Vila Rica, retorna ao Brasil e fixa-se na capital mineira, “terra do coração”. Thomaz foi o maior literato do período, exímio poeta, crítico social e político mordaz, cronista e prosador. Foi também jurista e activista luso-brasileiro, um dos intelectuais mineiros partidários do Iluminismo. Adoptou, como poeta arcádico, o pseudónimo *Dirceu*. Tinha como musa a noiva *Marília de Dirceu*¹⁴⁸. “Enquanto pasta alegre o manso gado, / Minha bela Marília, nos sentemos / À sombra deste cedro levantado. / Um pouco meditemos / Na regular beleza, / Que em tudo quanto vive nos descobre / A sábia Natureza” (trecho da obra *Marília de Dirceu*).

Porém, o casamento nunca se consumou pelo envolvimento na Conjura mineira, pela qual foi sentenciado ao “Degredo Perpétuo às Áfricas”, Angola (1792¹⁴⁹), e por lá se casou, viveu e morreu, nunca mais reencontrando Marília. Mas há lendas e especulações sobre isto. A mais picante diz que Dorotheia o visitara em Angola, onde estava apenado por degredo perpétuo, e voltara grávida do poeta. Thomaz foi o grande destaque do género literário denominado arcadismo, desenvolvido principalmente no estilo forma de poesia lírica, no Brasil e em Portugal.

O Arcadismo no Brasil desenvolveu-se concomitantemente ao chamado ciclo do ouro em Minas Gerais [...] e teve em Vila Rica (atual Ouro Preto) seu principal centro de difusão. Alguns de seus integrantes estiveram ligados à Inconfidência Mineira, principal evento político do século 18 no Brasil. [...] A riqueza gerada pela mineração criou tardiamente obras arquitetônicas, esculturas e pinturas no estilo barroco, como se pode ver ainda hoje nas cidades históricas mineiras. No âmbito das ideias e da literatura, porém, já sopravam os ventos do iluminismo. O iluminismo, que valorizava a razão, significava uma ruptura com o barroco, marcadamente religioso. Nesse sentido, resgatava os ideais do classicismo, inaugurando um neoclassicismo, sob a inspiração da civilização greco-romana (OLIVEIRA, 2005, p. 1).

Houve também escritores de menor monta, juristas, professores, um exército de artistas, que incluíam artesãos ou artífices especializados em arte sacra, muito requisitados na construção dos templos, prédios públicos e residenciais, arquitectos, compositores, de música clássica e sacra, versados no estilo barroco. Houve também teatrólogos, teólogos, guarda-livros, profissionais liberais (raros e disputados pelas classes mais abastadas, principalmente médicos), padres e prelados, políticos, intelectuais, formados (bacharéis) e autodidatas, que criaram um novo estilo de época, cultura e

¹⁴⁷Apresentou uma tese intitulada “Tratado de Direito Natural”, tese recusada pela banca pelo alto grau iluminista, doutrina que não interessava à academia conservadora, muito menos o governo despótico português.

¹⁴⁸ “Maria Joaquina Dorotheia de Seixas Brandão”, o verdadeiro nome da jovem, filha de ricos fazendeiros locais e de apenas 17 anos. O romance adiou a ida do quarentão Gonzaga à Bahia (1786), ao ser nomeado Desembargador. O cargo e o casamento malogram-se por ter sido preso e condenado como cúmplice da “Inconfidência Mineira”.

¹⁴⁹ Nesse fatídico ano é publicada a primeira parte do livro de poesias, *Marília de Dirceu*, composto nos bons tempos de Vila Rica. O livro que fala do amor, da vida simples ao contacto com a natureza e ao lado de amigos pastores e da pastora Marília. A segunda parte da obra é escrita no cárcere do Rio de Janeiro (1799); contrário do primeiro livro, alegre, feliz e optimista, este poema, no entanto, é triste, soturno. Agora o poeta lamenta a desditosa Sorte, afirmando-se inocente e lamentando a ausência da amada e da liberdade: “Que diversas que são, Marília, as horas, / Que passo na masmorra imunda e feia, / Dessas horas felizes, já passadas / Na tua pátria aldeia!” (trecho da segunda parte do livro *Marília de Dirceu*).

costumes. Do apogeu à decadência extrativista de ouro, prata e pedras preciosas, Minas Gerais, a reforçar, liderou a cultura, filosofia, arte, política, etc. naquele singular período colonial.

Na divisão social e do trabalho da sociedade mineira, o branco (homem livre) ocupava o vértice da pirâmide social, tendo no extremo oposto o negro (escravo), destituído de direitos, salvo alforriado. “Estima-se que na época de apogeu da extração do ouro [1740-50] houve 100.000 escravos na região das Minas. Eles representavam mão-de-obra nas lavras, cuja vida era curta devido ao desgastante trabalho” (idem, 1991, p. 25). Mas havia também uma classe intermédia, de pardos ou mestiços (mulatos, mamelucos, cafuzos e caboclos), que gozavam de relativa liberdade. A “liberdade”, que conferia certa autonomia à região, no século XVIII, sob a influência das ideias iluministas, fomentou ideias liberais e nacionalistas dentre as gentes cultas da capitania das Minas Gerais. A vida cultural e social de Vila Rica, que se assemelhava a muitos países da Europa, foi o grande diferencial da província mineira e contrastava com o resto da colônia, o que provocou, junto aos já citados, ciúme, inveja, chistes, perseguições, desprezo ou zombaria, actitudes e emoções malsãs gravados no inconsciente colectivo de gentes de outros estados brasileiros, ainda activos, de certo modo, em nossos dias.

Ao contrário do resto do Brasil, muitos escravos podiam comprar cartas de alforria [títulos que conferiam a liberdade do escravo], chegando alguns a se tornarem proprietários de terra.

Nas Minas o negro tem seu espaço social que se centraliza na igreja [em Vila Rica, a igreja dos escravos é Nossa Senhora do Rosário]. Apesar do preconceito social e racial, escravas geraram muitos filhos mestiços nos primeiros anos de exploração do ouro, quando havia poucas mulheres brancas. O concubinato foi largamente praticado na região das Minas, mesmo às vésperas da Inconfidência Mineira, quando a sociedade se encontrava mais estruturada.

Os mulatos não serão de modo geral escravos, mas trabalhadores livres, dedicando-se às artes – em outras palavras, pertencentes à camada média (GANCHO; TOLEDO, 1991, p. 25).

Em Portugal, o ouro e o diamante extraídos das minas das *Geraes* tiveram várias aplicações, entre elas na reconstrução de Lisboa após o fatídico terremoto de 1755, que matou em torno de 10 por cento da população lisboeta. Lisboa foi reconstruída graças a um audacioso plano ideado pelo Marquês de Pombal, primeiro-ministro do gabinete do governo do rei Dom José I. Pombal vivera no período denominado de *despotismo esclarecido* – contrário ao governo absolutista, onde o poder está totalmente nas mãos do rei ou do imperador – de Portugal, em decorrência do Marquês de Pombal ser um dos grandes dos Iluministas portugueses. Algumas mudanças perpetradas por Pombal foram financiadas pelas riquezas ultramarinas da terra de Tiradentes. Pombal, inspirado pelos ideais liberais iluministas tentou mudar o Estado Português, determinando direitos até então impossíveis até aquele momento. Muitos foram os benefícios do governo pombalino ao Brasil:

O estadista prestou numerosos benefícios ao Brasil. Foram extintos os direitos subsistentes dos antigos capitães-mores, compradas às capitanias que perduravam. Porto Seguro e Ilhéus foram anexados à Bahia. Os governadores passam ao Rio, — agora capital do Vice-Reino, o Conde da Cunha o 1.º Vice-rei — centro do extenso país; Bahia e Pernambuco têm governos especiais. [...] O comércio teve o incentivo das Companhias do Grão-Pará, de Pernambuco e Paraíba, cujas frotas, não de comércio apenas, protegeram a troca de produtos das colônias, a ponto, o fomento, que, em 1777, havia mais gêneros que meios de transporte. Bancos serviam à indústria e comércio colonial. [...] As minas foram melhor ou tecnicamente exploradas. [...] deu grande animação às escolas régias, substitutivas dos colégios jesuítas. Antes da Convenção Francesa, o dever da instrução popular foi assumido pelo Estado. Organizou Portugal como nação moderna, com exército, marinha, fortalezas, artilharia, dando à colônia bem-estar, que facilitou as boas relações, estremecidas entre os reinóis e os brasileiros, já preocupados com a rebeldia autonomista. A justiça, de que tínhamos fome e sede, chegou aos sertões brasileiros. [...] A partida regular das frotas e, finalmente, a liberdade de navegação entre Portugal e Brasil facilitou o comércio, desenvolvendo-o como nunca. Mil pequenas e úteis providências econômicas mostram o cuidado assíduo com o Brasil. O erário régio não nos desamparou (PEIXOTO, 1994, p. 183-184).

As medidas adoptadas pelo iminente Marquês de Pombal foram audaciosas e visavam o desenvolvimento social, intelectual, científico, educacional, económico e político de Portugal e colónias ultramar, no sentido de diminuir o atraso da nação de Camões em relação aos poderosos países europeus, principalmente a Grã-Bretanha. A política pombalina objectivava também “mudar a política económica portuguesa [...] que desde o Tratado de Methuen, em 1703, estava em desvantagem em relação à Inglaterra [...] Portugal importava mais panos¹⁵⁰. [...] do que exportava seus famosos vinhos” (GANCHO; TOLEDO, 1991, p. 28). No sentido de inverter a dependência portuguesa dos tecidos ingleses o governo do Marquês de Pombal estimulou as manufacturas têxteis na colónia, medidas que foram benéficas para todo o Brasil, particularmente para Minas Gerais.

¹⁵⁰ Consequência da expansão da indústria têxtil inglesa, que proporcionou, como já mencionado, a primeira fase da Revolução Industrial, eminentemente ligada à indústria e ao comércio têxtil (HOBSBAWM, 2001).

Duas medidas pombalinas provocaram transformações nas vilas mineiras: o estímulo à manufatura [indústria primitiva] e a colocação de brasileiros ricos, ou portugueses estabelecidos no Brasil, em cargos públicos. [...] O desenvolvimento da manufatura brasileira diminuiria a dependência de Portugal e de suas colônias [dentre elas o Brasil] dos tecidos ingleses tradicionalmente importados. Assim se explica que à época da Inconfidência Mineira [década de 1780] existissem teares nas casas ricas mineiras, apesar da proibição da manufatura no Brasil de 1785. [...] Pombal queria brasileiros ricos e portugueses em cargos de confiança: secretário do governador, ouvidor [espécie de juiz e prefeito local], chefe de regimento, etc. Tal medida visava a evitar os desvios de ouro e comprometer os ricos proprietários com interesses portugueses. No entanto, em pouco tempo essa medida criou indiretamente uma plutocracia colonial que nos anos posteriores à queda de Pombal, em 1777, irá reagir às pressões da Coroa portuguesa sobre a capitania de Minas (idem, 1991, p. 28, 29).

Se o governo pombalino trouxe elogios e críticas em Portugal, no Brasil seu governo recebeu poucas críticas e muitos encômios, tanto da elite quanto da população mais simples. Em síntese, o Governo do Marquês de Pombal foi muito benéfico para a colônia, notadamente no território mineiro. Especialmente no território mineiro, sua política liberal “significou prosperidade econômica para toda região e relativa autonomia administrativa para a capitania, entre outros benefícios sentidos na colônia brasileira. “Mas a situação mudou drasticamente quando Pombal deixou o governo” (1991, p. 30), pois, o reinado Dona Maria I significou o retrocesso das políticas anteriores. As medidas adotadas pelo novo governo, fortemente despótico, levaram a um inevitável choque de interesses, da Coroa portuguesa com a poderosa classe dominante local, formada por portugueses e nativos. Os impostos eram os principais objetos de protestos e indignações, como *O Quinto*, alcunhado popularmente de “os quintos dos infernos”¹⁵¹, imposto devido à Coroa, e a “derrama”¹⁵², cobrança dos impostos atrasados. De todos, a derrama era o imposto mais temido e protestado por todos, pois significava apropriação e confiscos de bens, em forma de capitais, fazendas, casas, estabelecimentos comerciais, lavras, escravos, prisão, casas, entre outras medidas, para pagar os impostos devidos a Coroa, num momento que a produção do ouro escasseava a olhos vistos. Pela derrama a metrópole cobrava o imposto atrasado (100 arrobas de ouro), doesse a quem doesse, ricos ou pobres, motivo da apreensão, tristeza, medo, revolta ou desespero.

¹⁵¹ A cada extração do ouro e do diamante, uma “quinta parte”, pertencia à Coroa portuguesa.

¹⁵² Tratava-se da “cobrança suplementar sobre o ouro extraído, sempre que não se atingisse as 100 arrobas fixadas por Portugal” (1991, p. 31). Na derrama as autoridades portuguesas estipulavam um valor aproximado de imposto que a Coroa deveria ter recebido num tempo determinado, e cobravam de todos, dos ricos aos pobres, com confisco de propriedades, de bens, prisões, etc. razão do pânico generalizado de todos os habitantes da província.

A chamada “viradeira” veio com a sucessora de D. José no trono português, D. Maria I, a Louca ¹⁵³, em cujo reinado se deu a Conjura Mineira. Seu governo representou para a colônia brasileira e em particular para Minas uma série de pressões econômicas que desagradaram a plutocracia local, por exemplo, a proibição da manufatura [Alvará de 1785] e maior rigor na arrecadação de impostos, numa época em que o declínio na extração do ouro já era acentuado. Além desses impostos que incidiam sobre o ouro, havia outros em espécie, os *dízimos*, bem como os impostos pagos à câmara para a manutenção de pontes e estradas. A própria concessão de terrenos auríferos constituía um título indireto, pois toda descoberta de jazigo deveria ser comunicada à Intendência, que demarcava a terra em cinco datas, ficando uma quinta parte para exploração direta da Coroa portuguesa ¹⁵⁴ (idem, 1991, p. 31).

A mão pesada do fisco fazendário da Coroa portuguesa na região das Minas, em particular na capital Vila Rica, actual Ouro Preto (nome dado pelos republicanos para quebrar a forte tradição imperial), gerou protestos e o primeiro movimento nativista, liderado por Filipe dos Santos. As autoridades locais reagiram pronta e violentamente, Filipe dos Santos foi enforcado e esquartejado. Mesmo português, tornou-se o primeiro “mártir político” da província e do Brasil. Filipe não possuía “ideias separatistas” e não contava afrontar a soberania régia: sua sedição pretendia restaurar o equilíbrio de poder, cujo foco era os altos impostos (objecto de temor da população local), o que não abria mão o tirânico governo português. É importante também ressaltar que muito se escreveu a respeito dos “movimentos nativistas” despertados pelas revoltas mineiras, principalmente a dos inconfidentes mineiros, modeladores da “identidade nacional”, historiograficamente, porém, isto deve ser visto com cautela.

Quase todos os historiadores oficiais falam do “nativismo” dos inconfidentes. Seriam os primeiros a elaborarem literariamente um “sentimento nacional” e versejarem sobre a independência do Brasil. Nos seus versos, porém, nem com muito esforço encontra-se algo parecido. Pelo contrário, Cláudio Manuel da Costa até escreveu contra os “nativistas”: seu poema *Vila Rica* elogia o conde de Assumar por condenar à força Felipe dos Santos, que embora português, foi dos primeiros a lutar contra a tirania lusa no Brasil (CHIAVENTO, 2000, p. 21).

A execução de Filipe dos Santos em 1720 acirrou os ânimos da aristocracia local, arrochada, arruinada e descontente, germens da malfadada rebelião de 1789. Sufocado o movimento, no entanto, as ideias da frustrada da sedição espalharam-se pelo país, culminando, em 1822, na independência do Brasil, decretada pelo Príncipe regente português Dom Pedro I, filho de Dom João VI. O principal motivo levantado pelos inconfidentes à Inconfidência Mineira não foi de ordem política, mas econômica e financeira. Os altos impostos praticados por Portugal foi a causa, o que torna fácil perceber que se tratava de um movimento orquestrado por ricos cidadãos, excepção do Tiradentes, inconformados com

¹⁵³ Como ficou conhecida na época e passou para a História do Brasil. Nota nossa.

¹⁵⁴ Como se dá a perceber, a perversa política tributária brasileira tem aqui sua origem ou inspiração histórica. Nota nossa.

a política de impostos extorsivos, empobrecimento e perda de direitos conquistados no governo pombalino. Porém, por que toda a população da capitania temia a cobrança dos impostos pela governança portuguesa, principalmente a *derrama* (cobrança dos impostos atrasados), se os grandes devedores eram os ricos fazendeiros, mineradores, grandes comerciantes e prósperos homens de negócio?

A derrama recaía sobre toda a população, por meio do confisco de propriedades e de bens. Considerando que em meados dos séculos XVIII a produção aurífera começou a declinar, fica evidente o pavor que a população tinha pela derrama, que já havia sido aplicada em anos anteriores à Inconfidência Mineira (GANCHO; TOLEDO, 1991, p. 31).

Com a redução drástica na mineração aurífera e diamantina os mineiros voltaram-se à exploração de suas terras, dotadas de grande fertilidade, com um ótimo resultado, da colônia aos períodos imperial e republicano, o que tornaria novamente o Estado, política e economicamente, forte e influente. Sua riqueza voltava-se, portanto, à força da terra, embora tenha enfrentado no início muitos estorvos, “com as matas virgens, onde havia cobras, onças, lobos¹⁵⁵, espinhos e pragas que dificultavam a lavoura e a criação de gado” (FERREIRA, s/d., p. 21). A economia deixa de ser mineralógica, por se tornar rural, latifundiária, porém, ainda dentro do velho e tradicional modelo oligárquico, plutocrático e escravocrata, dominada agora por uma rica e poderosa aristocracia ruralista formada de grandes proprietários de terra, onde praticamente de tudo se produzia (arroz, feijão, mandioca, milho, café, algodão, cana-de-açúcar, fumo). Além, é claro, da formação de um grande e qualificado rebanho de equinos, muares, suínos e bovinos¹⁵⁶. Todavia, mercê de técnicas primitivas de cultivo utilizadas, políticas públicas, modelo económico ultrapassado, inadequado ou ineficiente, do final do século XIX e principiar do XX, as terras se esgotaram, e “terras cansadas, sem trato, não produzem” (idem, s/d., p. 22), e novamente o estado passou por uma nova crise de privação de recursos económicos. É neste exacto momento que entra em acção a electricidade.

Assim, mesmo não havendo mais ouro e o diamante como na época anterior, por muito tempo as coisas andaram bem para Minas Gerais. [...] Depois, porém, a situação começou a piorar. [...] Porque os mineiros se esqueceram de cuidar convenientemente da terra, isto é, esqueceram-se de adubá-la, de estercá-la. [...] Por êsse motivo, ainda hoje, muitas terras de Minas, que antes eram férteis, tornaram-se quase inadequadas para a agricultura. [...] Verdade é que todos êsses fatos contribuíram para retardar o progresso de Minas (idem, s/d., p. 22, 23).

O progresso comercial e industrial, provocado pela revolução científico-tecnológica e urbana do século XVIII, da revolução mecânica e metalúrgica à máquina-a-vapor, desta a electromecânica e electrónica,

¹⁵⁵ Há um pequeno erro ou desinformação aqui. No Brasil não havia lobos, muito menos “ferozes”, como os da Europa e América do Norte. O que se chama aqui de lobo, é o “guará” (*Chrysocyon brachyurus*), um canídeo intermédio entre o lobo e o cão doméstico, habitante do cerrado. Alto esguio e elegante, de cerca de um metro de tamanho frágil, tímido, solitário e medroso, temido apenas por ser um exímio ladrão de galinhas.

¹⁵⁶ Ainda hoje o maior do país. Dos quatro maiores rebanhos do mundo, é brasileiro, tanto em cabeças de gado de leite e principalmente de corte, isto graças à força da pecuária de Minas Gerais, o que torna, por consequência, o Brasil um dos maiores produtores de carne do planeta.

expandiu-se freneticamente pelo mundo, da América do Norte, países hegemónicos e periféricos da Europa, consequentemente, Portugal e Brasil.

5.1. A Génese da Electricidade no Brasil e o Exemplo de Minas Gerais

O uso da electricidade em Minas, no Brasil e em Portugal, como fonte de energia renovável sinónimo de progresso económico-industrial e crescimento urbano, na forma de iluminação e força motriz, seguiu a tendência mundial decretada pela Segunda Fase da Revolução Industrial, denominada de “Revolução Científico-tecnológica”. Capitanizada pela electricidade, a revolução científica contou também com o apoio da ciência química, da mecânica, da técnica metalúrgica e do poderio industrial, resultante do capitalismo industrial e financeiro do século XIX. A “Segunda ‘Revolução’” não se prendeu exclusivamente ao aspecto científico-tecnológico, pois se fez presente em todas as actividades humanas, a exemplo da economia e da política, comércio e indústria, mas também na filosofia e na educação. Mas foram revolucionadas também as artes plásticas, arquitectónicas, esculturas, literárias e teatrais. Um surto extraordinário de crescimento atrelou-se às ciências: físicas, químicas, biológicas e matemáticas, que viu nascer e prosperar também as chamadas ciências sociais ou humanas, outro marco revolucionário do século XIX. Este processo revolucionário acentuado na metade e fim do século dezanove alastrou-se incontestavelmente ao longo do século vinte, vertiginosamente acelerado em suas últimas décadas e nos dias actuais.

Como consequência da chamada Segunda Revolução Industrial, houve a criação de grandes empresas e a concentração da população em vastos aglomerados urbanos, concomitantemente com a queda na taxa de mortalidade, graças aos progressos na higiene e na medicina, e com a transformação intensiva da área rural, pela introdução da mecanização na agricultura (MAGALHÃES, 2000, p. 30).

O século XVIII é o da revolução mecânica e o XIX da expansão da ciência, da técnica, da revolução urbana, das artes e das ideias, da filosofia às ciências humanas (sociologia e antropologia), época entusiástica e eufórica (*Belle Époque*), e de incrível e impensado progresso. Mas é também um período crítico, tenso, recortado por graves problemas económicos, crises políticas e sociais, que irão explodir na Primeira Guerra Mundial. Objectivando fortalecer-se, enriquecer ainda mais, vencer a concorrência, driblar tarifas e impostos, ampliar mercados consumidores e produtores de mão-de-obra (imperialismo), e se opor às reivindicações dos trabalhadores, empresas fazem acordos ou lutam umas contra as outras até predominar a mais forte. Na liderança dessa fase havia os Estados Unidos da América, a Alemanha, a Grã-Bretanha e depois o Japão (MAGALHÃES, 2000).

Com a finalidade de restringir ou suprimir a livre concorrência, apareceram as associações inter-empresariais, como cartéis, trustes, sindicatos e conglomerados. Para complementarmente, grande parte das empresas adotou a forma de sociedades anônimas de capital aberto [como o seria a Light no Brasil], mecanismo fundamental para a expansão capitalista. O capitalismo industrial começou a ser suplantado em importância pelo capitalismo financeiro e um dos ramos principais de investimento dessa nova forma de ação capitalista foi o dos serviços públicos, em que empresas estrangeiras se tornaram verdadeiras “máquinas” de acúmulo de capital (idem, 2000, p. 30).

Conjuntamente aos acordos firmados, as empresas, na medida em que vão se tornando cada vez mais poderosas economicamente, passam também a influenciar directamente nos rumos da política, no sentido de atrair também para si os interesses dos estados. E os Estados, que mantiveram certa neutralidade até então, tornam-se intervencionistas, porém não para o bem comum, mas para atender aos interesses das empresas capitalistas. Esse processo começou na Grã-Bretanha, mas se consolidou nos Estados Unidos da América, Alemanha e Japão, e expandiu-se, qual rastilho de pólvora, por todo o mundo, do final do século dezanove à Segunda Guerra Mundial. Esse período tem como ponto comum a expansão da ciência, da técnica e da tecnologia da electricidade e do electromagnetismo.

Esse processo se agigantou em países como os Estados Unidos, Alemanha e Japão e foi acompanhado de concentração de força política, chegando a confundir-se a atuação de parlamentares e governantes com membros dos conselhos de administração dos grandes aglomerados. A partir da chamada Grande Depressão do século XIX (1870-1890), os países líderes fizeram sua expansão externa dominando os demais, utilizando-se do colonialismo e de mecanismos do que se convencionou chamar de imperialismo (Szmrecsányi, 1986, in: MAGALHÃES, 2000, p. 30).

Em Minas Gerais a electricidade nascerá quando os ciclos económicos coloniais do ouro e das gemas preciosas (diamante, esmeralda e rubi), e do segundo império, quando o sistema agropecuário tradicional da lavoura do arroz, feijão, mandioca, banana, fumo, produção leiteira, carne, ovos e couro estavam superados ou esgotados. Para fugir das dificuldades económicas e crises sociais, Minas optou por investir em novos produtos agrícolas relacionados directamente à exportação do algodão, açúcar, fumo e café, produtos que disputavam a hegemonia da economia no império brasileiro, onde o café acabou por se tornar o produto de maior destaque e dominância. Estes produtos gerarão riqueza e um novo ciclo de desenvolvimento e progresso, material e espiritual, à nação recentemente emancipada de Portugal, além de financiar os primeiros passos da industrialização brasileira, inicialmente alimentada pela força hidráulica e a energia a vapor. A electricidade emergirá como uma nova e eficaz alternativa de produção de “força e luz”, nos estágios finais e iniciais dos séculos XIX e XX, quando novos maquinários surgem, em especial os motores a explosão e os de natureza eléctrica bastante disputados

pela nova fase da corrida do capitalismo industrial e financeiro. Entretanto, antes do advento eléctrico, o Estado de Minas Gerais ainda passaria por alguns problemas,

que retardavam o seu desenvolvimento, outros Estados progrediam. E progrediam mais depressa aquêles que tiravam o melhor proveito, tanto das máquinas já inventadas, como das que iam sendo criadas.

Assim como o trator foi inventado para trabalhar a terra, outras máquinas, também, foram criadas, como por exemplo: a máquina para fazer tecidos, para imprimir livros [...] Uma infinidade de máquinas. [...] cada máquina fazia o trabalho de muitos homens de uma vez. E por preço muito mais barato! Há máquinas que substituem até mil homens.

Mas havia o problema de movimentar tôdas essas máquinas. Algumas eram grandes demais e outras pesadas.

As coisas estavam nesse pé quando [...] clique!

Surgiu a ELETRICIDADE! (FERREIRA, s/d., p. 27).

A electricidade penetrou no Brasil na fase terminal do governo imperial, seguindo também a tendência mundial, como já nos referimos, e lentamente se expandiu nas duas primeiras décadas da “República Velha”, em torno de 1880 a 1920, o que coincide com o início do desenvolvimento industrial brasileiro. A Proclamação da República no Brasil nasceu da aliança de republicanos com civis descontentes, principalmente com a abolição da escravatura, com os militares que, juntos, rebelaram-se contra a monarquia, em vigor desde quando o Brasil havia se tornado independente politicamente de Portugal. No dia 15 de novembro de 1889 os militares promoveram um “Golpe de Estado” que destituiu o imperador D. Pedro II e criou um governo republicano¹⁵⁷ presidencialista, aos moldes da República dos Estados Unidos da América, cuja bandeira era semelhante à da América do Norte. A República Velha – período compreendido entre 1889 e 1930 – que teve como primeiro presidente o líder dos amotinados ao governo imperial, o Marechal Deodoro da Fonseca, que derrubou a monarquia e instituiu a República, em 15/11/1889, e finalizado com Getúlio Vargas (1920), priorizando o desenvolvimento científico e tecnológico, onde a electricidade foi o principal destaque. Durante os últimos e os primeiros quartéis dos séculos dezanove e vinte os serviços eléctricos se espalharam pelo país, por intermédio do telégrafo, da iluminação e do transporte público, estes últimos inaugurados em 1892, através dos eléctricos, substitutos imediatos das carruagens puxadas por burros sobre carris, electrificação privada.

¹⁵⁷ Idealizada aos moldes da República Americana, a República do Brasil foi decretada pelo Marechal Manuel Deodoro da Fonseca, nascido no Estado de Alagoas (1827-1892), nordeste brasileiro, político e militar. Deodoro da Fonseca ingressou na carreira política como “presidente (cargo de governador, actualmente) da província do Rio grande do Sul”. À arma de artilharia, Deodoro foi um militar de escol que se destacou na Revolta Praieira (Pernambuco), Guerra Cisplatina (actual Uruguai), entre Brasil e Argentina (1825-1828), e na famigerada Guerra do Paraguai. Foi membro do partido conservador e homem de confiança de Pedro II, que o nomeou presidente das províncias da Bahia e Mato Grosso e chefe das forças armadas do Rio Grande do Sul. O descontentamento dos militares após a Guerra do Paraguai, a insatisfação dos latifundiários escravocratas, dos liberais republicanos e anti-escravocratas com os rumos da política aristocrática, acabou por levá-lo à causa republicana e a comandar o levante que pôs fim ao império e criou a República no Brasil (golpe efectuado pelas elites à revelia do povo).

Pedro I fala, em 1873, pelo telégrafo elétrico, com Salvador, Recife e Belém: seis meses mais tarde o cabo submarino liga o país à Europa. [...] Em 1879, Pereira Passos, em companhia de Sua Majestade, acende seis lâmpadas na Estação da Corte da Estação de Ferro Dom Pedro II [hoje Central do Brasil]. [...] Em 1883 a primeira instalação termelétrica ilumina Campos com carvão inglês, manipulado por técnico britânico. Nesse mesmo ano, em Diamantina, MG, ocorre o primeiro aproveitamento de hidrelétrico para uso privado, na mineração Santa Maria. Em 1884, Rio Claro, em São Paulo, passa a ser a segunda cidade a ter iluminação pública. [...] Em 1892 corre o primeiro bonde elétrico no Rio de Janeiro. [...] Dias depois Machado de Assis, que ia num bonde comum, puxado a burro, cruzou com um dos outros, dos elétricos, que cortava a Praia da Lapa. Era o primeiro deles que seus olhos viam. Impressionou-o, mais que a eletricidade, o cocheiro: “Sentia-se nele a convicção de que inventara, não só o bonde elétrico, mas a própria eletricidade”. Em seguida é que admirou a “marcha serena dos bondes, deslizando como os barcos dos poetas” (BIBLIOTECA DO EXÉRCITO, 1977, 34-35 pp.).

O rápido desenvolvimento da electricidade no cotidiano brasileiro, no entanto, não foi uma empreitada fácil ou tranquila, pois teve de superar problemas estruturais importantes, principalmente por se tratar de um país pobre, de vocação rural e industrialmente atrasado. Havia também a falta de políticas centrais voltadas para a ciência e a tecnologia, o predomínio do capital estrangeiro, os obstáculos do modelo ruralista latifundiário, sempre às voltas com o secular debate sobre o “destino agrário” da nação, factores que confrontavam com a novidade das companhias “Força e Luz” (MAGALHÃES, 2000). Outro problema era o rigoroso apego ao modelo económico estritamente agropecuário, principal explicação para as dificuldades da implantação industrial e do crescimento em moldes modernos, ideologia herdada, jamais superada, do pacto colonial. Porém, os ventos modernistas soprados da Europa e da América do Norte, inspirados na Revolução Industrial, científica e tecnológica, cultural, política e urbana que batiam às portas da jovem nação instavam por mudanças estruturais de base urgentes, mas que somente se materializaram, mesmo que lenta e gradualmente, com a ajuda da electricidade¹⁵⁸. Na medida em que a electricidade avançava, auge alcançado em quarenta anos (1880-1920), outros factores desenvolvimentistas pegavam carona naquela avassaladora onda. A implantação inicial da electricidade no país ocorreu por meio de ousadas, senão arrojadas iniciativas, de particulares, por empresários ou grupos empresariais, especialmente aqueles que retinham em seu poder capitais originados do café, que resolveram investir nesse novo ramo de negócio, em pleno desenvolvimento nas metrópoles hegemónicas da Europa, Estados Unidos e Canadá.¹⁵⁹

¹⁵⁸ É certo que o progresso brasileiro nas três primeiras décadas do século XX é um “milagre da electricidade”.

¹⁵⁹ A primeira aplicação da electricidade no Brasil foi à iluminação pública com electricidade, iniciada nas cidades de Campos (1883) e Porto Alegre (1897), em substituição às existentes, ora como novidade, a exemplo do que aconteceu na nova capital de Minas, Belo Horizonte. A iluminação pública (elétrica) de Belo Horizonte aconteceu em 1897, na véspera de sua inauguração, com uma grande festa e admiração dos presentes. “Nos anos seguintes, outras cidades do país também passaram a iluminar suas ruas com electricidade, como Rio Claro, Piracicaba, São Carlos do Pinhal e Ribeirão Preto, no estado de São Paulo; Juiz de Fora, São João Del Rei e Belo Horizonte, em Minas Gerais; Manaus, no Amazonas; e Belém, no Pará” (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A, s/d., p. 1).

O período de 1880 a 1920 foi o do desenvolvimento da utilização da energia elétrica no país; primeiro, pela iluminação pública nas principais cidades; depois, pela indústria que, paulatinamente, se desenvolvia no Rio e em São Paulo. É também o período da modernização do país, objetivada na erradicação das epidemias tropicais e na urbanização, realizada com notável sucesso no Rio e efetivada no projeto e construção de Belo Horizonte (Vargas, in: MAGALHÃES, 2000, p. 12¹⁶⁰).

A iniciativa progressista no Brasil recém-independente partiu de um ilustre personagem, o segundo Imperador D. Pedro II, descendente da fina aristocracia portuguesa dos Bragança, neto de D. João VI e bisneto de D. Maria I. Pedro II era um homem ilustrado, erudito, humanista, entusiasta e incentivador das novidades científicas e tecnológicas em curso naquele contexto histórico. Em 1876, numa viagem à América do Norte, o imperador brasileiro é convidado a visitar a *Exposição Universal de Filadélfia*, montada nas imediações de Fairmount Park, Pensilvânia. Maravilhado com as novidades científicas, especialmente da electricidade, geração de electricidade (dínamos), telégrafo, lâmpada eléctrica, telefone¹⁶¹, retornou ao Brasil convencido da importância dessa ciência e da tecnologia para a modernização da nação. Pedro II, ao contrário de outros mandatários da época, como o presidente dos Estados Unidos, Rutherford B. Hayes (1877-1887), que, ao entrar em contacto com o telefone de Graham Bell, disse, estupefacto: “Uma invenção incrível, mas quem vai querer usá-la” (CHALLONER, 2010, p. 402). Pedro II percebeu, pronto e visionariamente, o futuro daquela tecnologia para o Homem, à civilização e principalmente para o país em que reinava. Mas não era isto o que pensavam os pessimistas e críticos do telefone nos primeiros momentos que seguiram à sua invenção, razão do telefone não despertar grande interesse nos primeiros momentos de implantação. A resistência inicial ao telefone pode ser explicada pela forte estrutura económica e política montada em torno do telégrafo ou pelo medo inicial (espanto, origem do *páthos*) de que o uso do mesmo em tempestades de raios poderia acarretar choques mortais. Entretanto, não há como desprezar os problemas técnicos existentes nos primeiros aparelhos e nas linhas de transmissão, mesmo porque a tecnologia utilizada na época estava muito longe de inspirar a confiança como a utilizada no momento actual.

¹⁶⁰ Prefácio à obra citada (vide bibliografia), escrito pelo Prof. Dr. Milton Vargas, professor emérito da Universidade de São Paulo – USP. Nota nossa.

¹⁶¹ Apesar de ter entrado em contacto com o protótipo do telefone de Elisha Gray, o que mais chamou sua atenção, sendo inclusive alvo de sua grande admiração, foi o telefone de Alexander Graham Bell, uma das grandes novidades exibidas nesta grande exposição científica, produzida em comemoração à independência americana. Tal foi o seu encanto que se tornou amigo do inventor e teve participação directa na escolha do primeiro lugar na exposição, entre os outros concorrentes e disputantes por futuras patentes. Este episódio ilustra o que escrevemos, no fim da história da electricidade, que Graham Bell não foi o primeiro nem o único inventor do telefone, mas que venceu a disputa entre todos os inventores. Este e outros factos narrados ou não na dissertação doutoral chamamos a atenção para a leitura “crítica da história”, ou seja, associada à filosofia (“filosofia da história”), como assevera a nova história.

Os primeiros telefones não eram nada práticos – os sistemas requeriam baterias com ácido sulfúrico – e eram usados como meras curiosidades, com Watson e Bell ressaltando a novidade da invenção. Em pouco tempo, contudo, eles transformaram a invenção num dos mais importantes meios de comunicação do mundo moderno, e a tecnologia para o envio de informação por meio de sinais de elétricos forma a base para os sistemas de comunicação modernos (idem, 2010, p. 402).

Antes do advento do telefone uma revolucionária invenção mudaria completamente o destino da electricidade, criando serviços indispensáveis, individuais e sociais, públicos ou privados, até então impensáveis. Em 1879 Thomas Alva Edison anuncia ao mundo a descoberta de uma lâmpada de alcance comercial, construída por um filamento incandescente de carbono (carvão de bambu, metido dentro de um bulbo de vidro com o ar retirado a vácuo) de longa duração. Edison, àquela altura, já era empresário de sucesso e ambicionava “iluminar o mundo”, acabando definitivamente com uma velha e ancestral inimiga dos homens, a escuridão. Porém, tal iniciativa implicava na necessidade de grande produção e transmissão de energia eléctrica, o que já era possível com os geradores existentes à época. Em decorrência disto, Thomas Edison constrói, em Nova Iorque (1882), a primeira central eléctrica em corrente contínua do mundo. Este acontecimento inaugura mais um capítulo na história da electricidade nos Estados Unidos, na Europa e no mundo, o da *Electrificação*. A ambição empreendedora e negocial do grande inventor leva-o a criar a primeira companhia de electricidade do mundo, a *Edison General Electric*. No sentido de criar e expandir negócios Edison implanta sucursais na Europa, associa-se a outros inventores, como ocorreria mais tarde com o inventor italiano Marconi.

Edison e demais empresários do ramo, recorriam com frequência às Exposições Universais de Ciência, onde a Electricidade era a sem dúvida alguma a grande novidade. Edison apresentava seus produtos nas principais “Exposições de Electricidade”, nos Estados Unidos e na Europa. Da estratégia valeram-se, por exemplo, a Edison General Electric Company e a Siemens & Halske ¹⁶² do inventor e empreendedor alemão Werner Von Siemens. Entretanto, o próprio Edison saía também a percorrer o mundo como garoto propaganda de seus inventos e empreendimentos eléctrico-mecânicos e electrónicos, a exemplo do sucedido no Brasil no governo de D. Pedro II.

À Feiras científicas acorriam também inventores e empresas de produtos eléctrico-eletrônicos, governos, estudiosos de electricidade e demais interessados em aprender, vender, comprar produtos eléctricos, amantes da ciência e da tecnologia e uma multidão de curiosos. As Exposições técnico-científicas foram eventos comuns na metade e fim do século XIX, importantes sobre vários pontos de vista, económicos, comerciais, políticos, científicos e industriais, prestigiados por autoridades (empresários, ministros, presidentes e reis), inventores, pesquisadores e técnicos. As feiras científicas eram organizadas para a apresentação e divulgação de produtos científico-tecnológicos, trocas de conhecimento e de experiência e venda de produtos. Estas feiras científicas universais, destacadas

¹⁶² Ou mais especificamente, a Aktiengesellschaft (NYSE: SI), ou simplesmente Siemens AG.

justamente pelos produtos eletroelectrónicos, tiveram repercussão no Brasil e Portugal. Vale dizer, portanto, que as

A partir da segunda metade do século XIX as exposições universais foram um meio privilegiado de divulgação dos desenvolvimentos técnico – científicos e dos progressos industriais, nomeadamente daqueles que foram realizados no campo da eletricidade. Na Exposição Universal de Paris de 1867 foram expostas várias máquinas elétricas, entre as quais máquinas dínamo-elétricas apresentadas pelo físico inglês W. Ladd e pelo fabricante alemão Siemens & Halske.

Exposições de Eletricidade realizadas em diferentes cidades europeias, como Londres, Munique ou Turim, apresentaram os progressos realizados neste sector e os congressos realizados na altura dessas exposições permitiram discutir os problemas que o desenvolvimento deste sector ia colocando nos diferentes países e nas várias aplicações e cujas soluções ultrapassavam na maioria dos casos os espaços nacionais obrigando a adotar princípios e normas internacionais.

O interesse que as Exposições Universais suscitaram na sociedade portuguesa esteve na origem das visitas que, a título individual ou oficial, os empresários, os engenheiros, os cientistas ou os jornalistas fizeram às mesmas. As novidades que aí eram apresentadas foram amplamente divulgadas em Portugal quer pelos jornais e revistas da altura, quer pela realização de conferências sobre este tema (MATOS, 2012, p. 3).

Neste contexto, ainda em 1879, o imperador brasileiro Pedro II autoriza a Thomas Alva Edison e a *Edison General Electric Company* a apresentar no país os aparelhos eléctricos criados e produzidos industrialmente por ele e sua equipa. Do consórcio com o governo empresarial com a Edison G. Electric Company¹⁶³ nasceu a primeira acção electro-empresarial do Brasil, a iluminação pública da estação ferroviária Central do Brasil. A fim de facilitar o seu trabalho de inventor e de industrial, o ilustre norte-americano criara também um laboratório de pesquisas e produção comercial de produtos eléctrico-electrónicos do mundo, inicialmente localizado em Melo Park, New Jersey (EUA), transferido, àquele momento, para a cidade de Nova Iorque. Esse laboratório, o primeiro do género no mundo, logo se tornou famoso e referência¹⁶⁴. É fácil perceber que Edison não era apenas um simples e “genial”

¹⁶³ Poderosa empresa de indústria e comércio de produtos eléctricos e electromecânicos criada por Edison em 1890. A *Edison General Electric Company* fabricava dínamos eléctricos, lâmpadas eléctricas, máquinas, aparelhos e dispositivos eléctricos diversos e componentes electromecânicos. A empresa, com sede em Nova Iorque, compreendia também um grande parque tecnológico com a presença de um laboratório de pesquisas. Neste laboratório, o primeiro do género, implantado inicialmente em Menlo Park, Nova Jersey, Edison dedicara-se com afinco, trabalhando exaustivamente muitas horas por dia e até altas horas da noite, dormindo às vezes duas horas por dia.

¹⁶⁴ Os objectivos deste laboratório eram industriais e comerciais, em que o lucro era a meta principal, não necessariamente o científico. Naquele contexto histórico, a ciência era apenas um *meio* e não um *fim* no disputado processo produtivo do capitalismo industrial. Não é difícil deduzir que a ciência trabalhava a serviço dos empresários, não necessariamente, como no passado, a serviço da humanidade. "Àquela altura, Edison não era mais um inventor solitário, como muitos outros existentes na América e na Europa, e não trabalhava sozinho, pois tinha a seus serviços uma portentosa equipa de auxiliares composta por um grupo selecto de profissionais altamente qualificados, entre engenheiros e técnicos da mais alta competência: mecânicos, desenhistas, electricistas, que juravam segredo sobre tudo que faziam e acontecia no “laboratório de pesquisa em electricidade”.

inventor, mas um próspero, poderoso e sagaz homem de negócio, capitão de indústria poderoso, capaz de qualquer coisa para conseguir o que queria, pouco se importando com os meios utilizados, fossem eles éticos, morais ou não.

É curioso notar que primeira utilização nacional da energia elétrica foi em 1879 – no mesmo ano em que Edison demonstrou a possibilidade da iluminação por meio de lâmpadas elétricas –, com a iluminação da Estação Central do Brasil¹⁶⁵, no Rio de Janeiro, por meio de lâmpadas de arco. Note-se que, curiosamente, quem instigou tal idéia foi Pedro II, então considerado pelos republicanos um símbolo do que devia ser superado no Brasil (Vargas, in: MAGALHÃES, 2000, p. 12¹⁶⁶).

Se a modernidade chegou ao Brasil, boa parte do mérito coube à electricidade, pois que a nação brasileira não passara pela Revolução Industrial e nem a máquina a vapor gerou o progresso detectado nas nações desenvolvidas do fim do século XIX e início do XX. Este feito eleva o mérito da electricidade e de certo modo o trabalho eléctrico nacional, mesmo não tendo o Brasil desenvolvido um processo industrial exemplar ou produzido ciência e tecnologia moderna, como ocorrera nas nações centrais da Europa e nos Estados Unidos da América.

A electricidade tirou o país do secularismo agrícola, de mero produtor de matéria-prima e exportador de produtos primários, levando-o directamente para a era da ciência, da técnica, do conforto e do progresso, pautados na revolução da comunicação, transporte, iluminação e serviços públicos, ainda que para poucos e privilegiados. É justo atribuir parte do sucesso ao imperador Pedro II, pois ele não somente colocou o país nos trilhos da modernidade, urbanização do Rio de Janeiro, como criou parques, institutos de pesquisa científicos e patrocinou missões internacionais ao Brasil. O interesse do imperador pela ciência moderna gerou o Jardim Botânico e o Zoológico do Rio de Janeiro. Partiu dele também importantes medidas de modernização do Rio de Janeiro e de outras províncias brasileiras. Incentivou o transporte ferroviário, modernizando os antigos transportes com novas locomotivas, vagões e caminhos de ferro. O telégrafo e o telefone, o que facilitou a tarefa dos republicanos em relação à electricidade, aliás, o único feito destes, na opinião dos defensores da monarquia em Juiz de Fora, conforme o relato de Oliveira (1966), surgiu por vontade do imperador Dom Pedro II.

Isso posto, uma curiosa, difícil, mas inevitável pergunta torna-se necessária: “Quem realmente inventava, o talentoso patrão ou os empregados”.

¹⁶⁵ À época, Estação Ferroviária Pedro II. Nota nossa.

¹⁶⁶ Vide nota n.º 162. Nota nossa.

Além da dissolução da Câmara Municipal, em consequência do golpe de Estado de 89, nada mais importante ocorreu em Juiz de Fora, no período a que se refere este capítulo, do que a inauguração da luz eléctrica – empreendimento notável que, mais uma vez, veio colocar a cidade na vanguarda das cidades brasileiras, chamando para ela a atenção das administrações municipais de quase todo o País, desejosas de seguir-lhe o exemplo em tal empresa (OLIVEIRA, 1966, p. 117).

A autorização para Thomas Edison demonstrar seus aparelhos e implantar serviços eléctricos no Brasil redundou, em 1881, no surgimento da primeira iluminação pública por lâmpadas eléctricas em solo brasileiro. Este serviço foi implantado na capital do império, a cidade do Rio de Janeiro, na antiga Estação de Corte, denominada logo depois de Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, actual Estrada de Ferro Central do Brasil. No mesmo ano e também no Rio, por iniciativa da Diretoria Geral dos Telégrafos, foi instalada a primeira iluminação pública externa do Brasil num trecho da actual Praça da República. Em 1883, ano igualmente significativo para a energia eléctrica no Brasil, o imperador D. Pedro II inaugurou o primeiro serviço público municipal de iluminação eléctrica do país e da América do Sul, na cidade de Campos dos Goitacazes, no Estado da Guanabara. Em Portugal “as primeiras aplicações da electricidade para iluminação foram feitas por entidades privadas. Uma delas, o *club dos jornalistas*, já organizava, em 1880, saraus literários à luz da electricidade” (MATOS; MENDES; FARIA; CRUZ, 2004, p. 100).

Vale lembrar que antes da iluminação pública eléctrica, grandes cidades do mundo, como Paris, Londres, Viena e Nova Iorque, mas também Lisboa, Porto, Rio de Janeiro e São Paulo eram iluminadas por gás. Usava-se o gás na indústria, em actividades comerciais, públicas e domésticas, no aquecimento de ambientes, cozimento de alimentos, fervura d’água e na iluminação pública. Como já referido em capítulos, a utilização do gás em escala industrial e comercial iniciou-se em Londres, em 1812, no princípio do século dezanove, e tinha como principal matriz extratora o carvão mineral. O gás foi o primeiro produto originado da tecnologia e da economia capitalista a revolucionar a vida e os costumes das grandes cidades modernas do século XIX, e o primeiro produto industrial oferecido à sociedade contemporânea pós Revolução Francesa.

A produção do gás a partir da destilação da hulha está na origem do primeiro sistema de iluminação com alimentação autónoma, ligada a instalações industriais de investimentos concentrados [fábrica de gás], o que obriga à formação de grandes empresas, e representa uma completa alteração dos antigos sistemas dependentes de uma renovação de combustível por processos manuais (MARIANO, s/d., p. 51).

Os serviços de gás encanado oferecido a empresas e a população em geral, serviço comum e rotineiro nas cidades dos países hegemónicos, somente chegou ao Brasil após as mudanças económicas e a modernização do país, factos iniciados nos últimos anos do Segundo Império, em torno das últimas décadas do século XIX. Os primeiros serviços de gás aportaram-se no país inicialmente no Rio de Janeiro e em São Paulo, espalhando-se depois por outras cidades do país.

Fato menos conhecido, no entanto, é o de que as companhias de iluminação a gás forneciam, além da iluminação de rua, também iluminação residencial que, como se pode facilmente imaginar, não era coisa para todos. Dados referentes a 1887 dão conta de que havia, naquele ano, mais de 1300 combustores a gás instalados na cidade de São Paulo para iluminação pública, sendo 1430 as residências servidas por iluminação também a gás.

A introdução das redes de energia elétrica, feita paulatinamente, significou, durante certo tempo, uma convivência entre o gás e a eletricidade como modelos de iluminação, tanto pública quanto residencial, até que um viesse a destronar completamente o outro (<http://martaiansen.blogspot.com.br/2012/02/iluminacao-publica-e-residencial-quando.html>, 2012, 1-2 pp.).

A electricidade, no entanto, encontraria muitos obstáculos para se desenvolver no Brasil, principalmente por ser ele um país industrialmente atrasado, realidade diversa a do cenário das grandes metrópoles industriais da Europa, Grã-Bretanha, Alemanha, Áustria, França, Bélgica ou Itália, da América do Norte e Canadá: Londres, Berlin, Viena, Paris, Genebra e Roma. Mas havia também outros desafios igualmente importantes a serem contornados, como a ausência de políticas centrais destinadas à ciência e a tecnologia, falta de bancos para financiamentos, apego à economia agropecuária e os vícios de uma sociedade escravocrata e conservadora. Nas potências económicas do Rio de Janeiro e São Paulo as dificuldades financeiras foram contornadas com os recursos advindos do café, mercadoria responsável por levar o Brasil à modernidade, sinónimo de progresso, industrialização, revolução urbana, iluminação e transporte público (comboios, eléctricos ou bondes), comunicação (telegrafia terrestre e marítima, telefonia, telégrafo sem fio, rádio, TV, etc.). Pode-se concluir, e sem qualquer dúvida, que o progresso da modernidade não seria possível sem a intervenção tecnológica da electricidade e da produção eléctrica de alcance público. O despreparo nacional exigiu grande esforço da nação em buscar conhecimentos científicos, capacitar engenheiros e técnicos para trabalharem na electricidade, que construíram as primeiras geradoras eléctricas do Brasil, processo que foi retomado posteriormente por companhias estrangeiras, com destaque ao Canadá e América do Norte.

A electrificação no Brasil não exigiu cursos ou escolas de ensino de electricidade, mas nos anos seguintes isto se tornou imprescindível. E não demorou muito para os primeiros cursos de engenharia ligados à área eléctrica surgissem no Brasil. A primeira iniciativa partiu da Escola Politécnica (1894) e da Escola de Engenharia Mackenzie (1896), situadas respectivamente no Rio de Janeiro e São Paulo, por intermédio dos cursos de engenheiro mecânico-electricista, que começaram suas actividades no início do século XX, 1911 e 1917 (MAGALHÃES, 2000, p. 16). Pouca coisa existia que favorecesse o desenvolvimento da ciência ou tecnologia eléctrica, o que exigiu um alto esforço e investimento pessoal de pessoas e instituições, privadas ou públicas, para que a electricidade, de facto, se efetivasse em solo brasileiro, iniciativas que devemos nos orgulhar, pois, mesmo com muitos obstáculos, louváveis foram os resultados.

A imensa maioria das pessoas julga que, em razão do atraso científico e tecnológico da sociedade brasileira, reconhecido e registrado no advento do período republicano, não deveríamos ter iniciativas dignas de interesse, no que tange a um esforço de modernização. Tanto isso é verdade que, um século depois, ainda padecemos de um descompasso notável com nações desenvolvidas e que dominam a ciência e a tecnologia. No entanto, esta pequena obra demonstra que esse é um quadro inexato, pois houve iniciativas muito interessantes, que não se concretizaram por motivos diversos, certamente em razão de mais um grande descaso para com esses assuntos por parte das elites, do que em virtude da inexistência de impulsos para a modernização (idem, 2000, p. 15).

Outro obstáculo que dificultou a implantação e a consolidação da electricidade no país era a precariedade do ensino de engenharia, muito aquém da demanda mundial imprimida pelo avassalador desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da indústria naquele contexto histórico, o que reforça a importância do trabalho desempenhado pelas duas escolas de ensino e de engenharia da electricidade, pioneiras em nosso país. A historiografia das origens do ensino regular de engenharia no Brasil possui quatro momentos. O início pedagógico da engenharia brasileira teve sua gênese na metade do século XVII (1644, 1648, 1650 e 1699) e fim do XVIII (1792) com aulas ou cursos avulsos realizados no Rio de Janeiro e Salvador, e com motivos militares, o que não é nenhuma surpresa, pois a engenharia durante séculos esteve atrelada às forças militares. O período de 1648 a 1650 é o marco inicial, e que tem o holandês Miguel Timermans como o primeiro professor contratado para ensinar essa arte e ciência no país (SANTOS-BAMBIRRA; SILVA, 2008, p. 22).

Os registos que precedem o pioneiro trabalho de Timermans, não obstante representarem importantes registos no ensino da engenharia no Brasil, não fere o ponto que realmente interessa, porque não se configurava como um curso regular de engenharia para civis ou militares. O primeiro documento oficial referente à formação de engenheiros no Brasil data-se de 15/01/1699, quando uma carta régia de Portugal, assinada pelo rei D. Pedro II, ordena, ao governador do Rio de Janeiro, a criação de uma “aula de fortificação”, com o objectivo de “haver engenheiros na colónia” (idem, 2008). O curso de engenharia preparava indiscriminadamente alunos civis e militares interessados em “fortificação” – construção de fortalezas, importantes cidadelas encarregadas pela defesa das costas marítimas e demais pontos geopolíticos brasileiros. Cabia também à engenharia militar a construção de pontes, quartéis, fortes, palácios, cadeias, câmaras, entre outras edificações públicas necessitadas da protecção militar –, objetos até então exclusivos da vida ou dependentes da protecção militar, como a topografia e a artilharia. A grande novidade do curso consistia na abertura da ciência e arte da engenharia aos não militares. A ausência de documentação, no entanto, impede saber mais detalhes das aulas, programas, professores, alunos, clientela e assim por diante.

Em 1699 foi criada a Aula de Fortificação no Rio de Janeiro e em 1710, a Aula de Fortificação e Artilharia em Salvador [TELLES, 1994]. Assim, a Academia Real Militar responsabilizava-se pelo ensino das ciências exatas e engenharia em geral. Formava não só “oficiais para as armas”, mas também “engenheiros geógrafos e topógrafos com a finalidade de conduzir estudos e elaborar trabalhos em minas, caminhos, portos, canais, pontes, fontes e calçadas” (SANTOS-BAMBIRRA; SILVA, 2008, p. 22).

Segundo a Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, à matéria “História da Escola Politécnica UFRJ”¹⁶⁷, as primeiras iniciativas do ensino da engenharia no Brasil remontam à colonização e ao fervilhar das ideias iluministas dos primórdios do século XVIII; neste caso, inspiradas nas ideias libertárias do Alferes Tiradentes e do Poeta Thomaz Antônio Gonzaga. Os inconfidentes sonhavam com uma ampla reforma nas instituições do país. A reformulação da educação, principalmente no que dizia respeito ao ensino da ciência e da tecnologia (influência iluminista), era um dos ambiciosos planos dos inconfidentes. Os cursos de Engenharia no Brasil surgem pouco depois da Inconfidência, em 1792, quando o Vice-rei D. Luiz de Castro, o Segundo Conde de Resende, cria a *Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho do Rio de Janeiro*.

Mais tarde, já em 4 de Dezembro de 1810, o Príncipe Regente – futuro Rei D. João VI – assinou uma lei criando a Academia Real Militar, que veio suceder e substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, e de onde descendem, em linha direta, a famosa Escola Polytechnica do Rio de Janeiro, posteriormente chamada de Escola Nacional de Engenharia, alterada em seguida para Escola de Engenharia da UFRJ e, hoje, voltando a ser a Escola Politécnica, agora da UFRJ.

A engenharia brasileira nasceu em berço militar. Foi com o objetivo de construir fortificações que defendessem a Colônia, ainda tão vulnerável a ataques de outros povos e corsários, que a Coroa Portuguesa determinou que engenheiros estrangeiros comessem a ensinar técnicas de fortificações, matemática, ciências e artilharia a oficiais brasileiros. [...] em 1874, a Escola Central transferiu-se do Ministério do Exército para o Ministério do Império, com o nome de Escola Politécnica atendendo apenas alunos civis. Além de bacharéis em ciências e engenheiros civis, que já se formaram pela Escola Central, foram criadas novas especialidades de engenharia. Até meados do século XX, seus programas de ensino eram (http://www.poli.ufrj.br/politecnica_historia.php, s/d., p. 1).

O ensino formal superior de engenharia no Brasil consolidou-se na *Academia Real Militar* que substituiu a antiga *Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho*, iniciada em 17/12/1792. A *Academia Real Militar* foi criada por carta de lei de 4 de dezembro de 1810, do Príncipe Regente, futuro rei D.

¹⁶⁷ http://www.poli.ufrj.br/politecnica_historia.php

João VI (1767-1826). A Academia Real Militar foi a primeira escola do gênero das Américas e a terceira do mundo, antecedida somente pela “Escola de Pontes e Calçadas, de 1747, na França, e pela Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho, em Portugal” (SANTOS-BAMBIRRA; SILVA, 2008, p. 22). Com uma proposta pedagógica e curricular superior as anteriores, o curso de engenharia de a Academia Real Militar objectivava ministrar na colônia o ensino das matemáticas, química, física, história natural, geologia, mineralogia e ciências militares aplicadas ao estudo da tática, fortificação e artilharia. Porém, o curso, em todas as suas vertentes e modalidades voltava-se, como os demais, à formação de oficiais brasileiros em engenharia, artilharia, engenheiros militares, bem como de geógrafos e topógrafos, capazes de executar prospecção de minas, construção de estradas, portos, pontes, canais, túneis, fontes, entre outras especificações.¹⁶⁸

Antes da abertura da Academia Real Militar, havia cursos regulares de engenharia no Brasil no formato de aulas isoladas. Em 1699 foi criada a Aula de Fortificação no Rio de Janeiro e em 1710, a Aula de Fortificação e Artilharia em Salvador (TELLES, 1994). Assim, a Academia Real Militar responsabilizava-se pelo ensino das ciências exatas e engenharia em geral. Formava não só “oficiais para as armas”, mas também “engenheiros geógrafos e topógrafos com a finalidade de conduzir estudos e elaborar trabalhos em minas, caminhos, portos, canais, pontes, fontes e calçadas” [INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA, 1999].

Naquela época, de acordo com Kawamura [1981], a formação e o trabalho estavam estritamente ligados à “arte militar”, e a tecnologia interessava apenas enquanto meio de segurança e repressão.

Ao longo dos anos, a Academia Real Militar passou por reformas e transformações. De acordo com o Instituto Militar de Engenharia [1999] e com Bazzo e Pereira [1997], seu nome mudou quatro vezes: Imperial Academia Militar [1822], Academia Militar da Corte [1832], Escola Militar [1840] e Escola Central [1859] (idem, 2008, p. 22).

¹⁶⁸ A Academia Militar foi algumas das iniciativas do Príncipe D. João para modernizar o país, diminuir as insatisfações das elites brasileiras e melhorar a vida da corte portuguesa transferida para o Brasil depois de decretado o Bloqueio Continental (Congresso de Viena, 1806) por Napoleão Bonaparte. Na colônia era proibido praticamente tudo: imprensa, tipografia e gráfica, cursos superiores, manufaturas, bancos. D. João VI proporcionou uma completa reforma no Brasil, que iam das reformas económicas e políticas a elevação do Brasil a Reino Unido a Portugal e reformas urbanas no Rio de Janeiro. Abriu os portos brasileiros às nações amigas, reservando, no entanto, à Grã-Bretanha os maiores privilégios, maiores inclusive que Portugal. Criou o Banco do Brasil (falido à partida do rei para Portugal, ao levar consigo todo o dinheiro), cursos superiores da Escola Real de Ciências Artes e Ofícios, Direito de São Paulo, Desenho Técnico e Medicina do Rio de Janeiro e de Cirurgia de Salvador, Bahia, Escola de Química e Agricultura. Facilitou o acesso aos livros, até então escassos e muito caros e criou a Imprensa Régia. As medidas joaninas estimularam a criação de uma cultura local, entretanto, fortaleceram o espírito nacional, responsável pela independência do país, decretada, em 07/09/1822, pelo Príncipe Regente, filho de D. João VI, D. Pedro I, o primeiro imperador do Brasil. Apesar das medidas implantadas e das instituições estabelecidas por D. João VI elas somente beneficiaram ao séquito real estabelecido na colônia, às castas dirigentes locais e as elites económicas da nação.

No final do século XIX, a partir do advento da Escola Politécnica, os cursos de engenharia de a Academia Militar migram para a iniciativa civil, transferindo-se posteriormente nas Universidades¹⁶⁹ (século XX). A viragem para o ensino civil da engenharia no Brasil, iniciado em 1894, responde às mudanças estruturais do cenário mundial e das diretrizes económicas da República Velha, quando a engenharia, e seu respectivo ensino, adquire autonomia, momento em que aparecem as primeiras referências à electricidade.

Respondendo ao ímpeto de maior integração da economia brasileira em âmbito mundial, pelo menos decorrente do processo de acumulação de capital na segunda metade daquele século, surgiram estabelecimentos de engenharia propriamente dita. Dentre estes, destacamos a Escola Politécnica e a Escola de Engenharia Mackenzie, por se situarem em São Paulo, que muito rapidamente ia conquistando a posição de epicentro dinâmico da vida económica brasileira. A Politécnica foi inaugurada em 1894 e o Mackenzie, dois anos após; em ambas as escolas, os cursos de engenheiro mecânico-electricista começaram a funcionar duas décadas depois, respectivamente em 1911 e 1917 (MAGALHÃES, 2000, 15-16 pp.).

A introdução da electricidade no Brasil, em valores mais ampliados, de alcance social ou público, teve no café, o mais duradouro dos ciclos económicos da economia brasileira (1880 a 1930¹⁷⁰), um grande parceiro e poderoso aliado. O café torrado ou *in natura*, respondeu positivamente durante anos pela balança comercial, no final do século XIX e na primeira metade do século XX, além de ser o maior produto de exportação do Império (1822) e do Estado Novo (1930). A exportação do café disponibilizou imensas cifras de capital financeiro, responsáveis por alavancar o progresso e o desenvolvimento brasileiro no fim da monarquia e início da república (BARROS, 2008).

Além do Rio de Janeiro e São Paulo que se modernizaram graças à economia agroexportadora do café, uma cidade de Minas Gerais, Juiz de Fora, localizada na zona da Mata mineira, também se beneficiou com a exportação do precioso grão, advindo com isso progresso e desenvolvimento. O capital financeiro fomentou a industrialização, o transporte e a iluminação pública (inicialmente com

¹⁶⁹As duas primeiras Universidades do Brasil, à parte os questionamentos historiográficos, foram a *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul* (PUCRS), criada em 1931, e a *Universidade Federal de São Paulo* (UFSP), de 1933.

¹⁷⁰ O café, contrabandeado de mudas da Guiana Francesa, cultivado pela primeira vez no Brasil por Francisco de Mello Palheta, um militar luso-brasileiro, deu fortuna, poder e distinção nobiliárquica, outorgados pelo governo imperial, a um grupo de ricos e privilegiados de fazendeiros, que à custa do café, tornaram-se também barões ou viscondes. Concentrada no vale do Paraíba, região compreendida entre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, a monocultura cafeeira atingiu o apogeu no início do século XX, com as altas cotações do grão nos mercados europeus. A oferta, qualidade e preço do produto tornaram o Brasil o maior produtor, exportador e controlador do produto no mercado internacional, até à quebra da bolsa de valores de Nova Iorque. A crise internacional afectou directamente o café, obrigando ao governo ditatorial de Getúlio Vargas, ascendido à presidência na “Revolução de 1930”, a tomar drásticas medidas em defesa da economia brasileira, totalmente dependente da exportação do grão de café torrado. O enfraquecimento desse ciclo económico marca o início da industrialização do país, à procura de novas alternativas para alavancar o crescimento nacional. A expansão da indústria foi facilitada pelo franco crescimento da electricidade em todo o país, que soube aproveitar as condições geográficas e geológicas propícias para a construção de hidroeléctricas. Além da monocultura do café, a base económica agrária brasileira compreendia também o açúcar, o algodão, a erva-mate, couros secos e salgados, fumo látex, goma elástica (borracha) retirada da seiva de uma árvore amazónica, a seringueira. Esses produtos, dependentes da exportação, tornaram-se e totalmente vulneráveis ao mercado internacional.

querosene e gás, depois eléctrica), a urbanização e as telecomunicações (ampliação da rede telegráfica e introdução do telefone) e os serviços públicos básicos: calçamento de ruas, tratamento de água, canalização de gás e esgoto. As melhorias proporcionaram considerável aumento na qualidade de vida dos moradores, a exemplo do atendimento médico-hospitalar, referência na região e no estado por muitos anos. O dinheiro circulante desenvolveu ainda mais o já próspero comércio da cidade e da região. Outro ponto distintivo da época foi o investimento cultural e educacional, o que tornou a comarca de Juiz de Fora uma das mais competentes cidades brasileiras da época, formação de professores, ensino técnico, escolas normais, cursos superiores. A cultura juiz-forana era forte, composta de teatros, cinemas, modelo observado e copiado no país. Parte do abundante capital disponível e aberto a novos investimentos foi canalizada para o desenvolvimento da electricidade ao entorno juiz-forano, assunto que trataremos com mais detalhes no subcapítulo abaixo, que trata especificamente do processo da electrificação no Estado de Minas.

Analogamente a cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, Juiz de Fora foi submetida às transformações em seu espaço urbano, mediante utilização de recursos advindos da exportação de café. Já nas primeiras décadas do século XIX, as atividades agrícolas foram impulsionadas pela grande oferta de mão-de-obra escrava e de terras, além dos estímulos gerados pelos altos preços internacionais do produto. A cidade era a principal zona de entroncamento do sistema viário na região da Zona da Mata, condição explicativa de sua integração e da grande produção cafeeira, mediante presença do transporte ferroviário. De todas as regiões de Minas Gerais, a Zona da Mata produzia, até o início do século XX, mais da metade do café. Desta atividade surgiram novas possibilidades de investimentos vislumbrados na diversificação urbano-industrial de Juiz de Fora, posição que permaneceu até a década de 30 do século XX (BARROS, 2008, p. 8).

Antes do ocorrido em Juiz de Fora e após o exemplo das cidades do Rio de Janeiro e de Campos dos Goytacazes, centros urbanos pioneiros da iluminação pública eléctrica nacional, haveria outros importantes exemplos de implantação da energia eléctrica em solo mineiro. Em 1883, na cidade de Diamantina, entrava em operação a primeira usina tocada pela força hidráulica brasileira, a *Hidroeléctrica do Ribeirão do Inferno* (anexo n.º 25), num afluente de um histórico rio do nordeste mineiro, o Jequitinhonha¹⁷¹. Da mesma forma que o rio São Francisco, o maior de Minas¹⁷², e um dos

¹⁷¹Pelo Jequitinhonha e outros rios circularam as *Entradas*, expedições exploradoras organizadas na Bahia ou São Paulo, à procura de ouro, prata e pedras preciosas, capturar bugres à escravidão. As *Bandeiras*, outra forma de exploração do território mineiro, tinham propósitos mais ambiciosos e não respeitavam os limites do Tratado de Tordesilhas, ao contrário das entradas. Os rios eram as principais vias de acesso, por ele circularam mercadorias, armas, pessoas, riquezas, e deles os ribeirinhos retiravam muito do que necessitavam, o que explica porque algumas das mais antigas e importantes cidades de Minas Gerais estarem próximas de um grande rio. O rio Jequitinhonha, um dos maiores e mais importantes de Minas, nasce na região do Serro (poderoso centro aurífero do passado), atravessa uma das regiões mais pobres do Brasil, e desagua no Oceano Atlântico, em Belmonte (cidade famosa pela cultura, história e pelos pescados do mar, com destaque aos caranguejos), no Estado da Bahia. A principal contribuição das entradas e bandeiras não foi o ouro e as pedras preciosas descobertas, mas o mapeamento das terras, a abertura de caminhos, e, principalmente, a criação dos povoados.

¹⁷² Nascente histórica na Serra da Canastra – MG, e foz, Alagoas, área drenada de 641.000 km² e comprimento aproximados de 2863 km², é um dos rios mais importantes do Brasil e da América do Sul. Fundamental no passado

mais expressivos rios da bacia hidrográfica do Brasil, o rio Jequitinhonha foi uma importante artéria fluvial de circulação de pessoas, mercadorias, riqueza e transporte no tempo da colonização da província e do império. Em seu trajecto nasceram povoados, depois vilas e cidades. A usina diamantinense foi a primeira usina do Brasil a produzir energia hidroeléctrica. A produção eléctrica era muito modesta e visava fornecer força motriz e iluminação eléctrica para a mineração em Diamantina. Era do tipo “fio d’água” (turbinas acionadas pela força da queda d’água que fluía directamente para as suas pás, por uma queda bruta de 5 metros), e com apenas dois dínamos Gramme de 4 e 8 HP. A força electromotriz gerada nas turbinas visava o bombeamento d’água para “o desmonte das formações”, ou seja, para remover os obstáculos que dificultavam a tarefa de garimpagem, como o cascalho, escória comum nas minas de diamante, neste caso, nas cercanias da Diamantina (Santa Maria). Não era uma hidroeléctrica de “vocação pública”, pois não cedia energia eléctrica para a iluminação pública, uso doméstico ou transporte público, entre outras aplicações da energia eléctrica, para a cidade de Diamantina, e a qualquer outra localidade ou empresa.

A criação da Usina Hidroeléctrica do Ribeirão do Inferno representou um marco histórico da ciência e um extraordinário feito da técnica e da engenharia brasileira, principalmente quando se leva em consideração as grandes dificuldades técnicas e científicas reinantes, locais, como já temos reportado. Vale lembrar que no final do século XIX e início do século XX, devido ao grande atraso científico pouca coisa havia para ser utilizada por engenheiros e técnicos brasileiros. A precariedade obrigava os interessados a buscarem o saber e a técnica eléctrica fora do Brasil. A vanguarda da usina mineira é confirmada ao se constatar que a técnica de geração eléctrica nos países de ponta contava ainda poucos anos de existência. O audacioso projecto implantado no Brasil aconteceu, por exemplo, 16 anos depois que o francês Aristides Berges aproveitou pela primeira vez a força hidráulica para gerar energia eléctrica. Havia também apenas três anos em que Thomas Edison e sua equipa apresentaram uma lâmpada incandescente “comercialmente” viável, e um ano após ter construído a primeira central eléctrica do planeta, a Central Eléctrica de Pearl Street, em Nova Iorque, em 1882.

como via fluvial rico na exploração aurífera e de preciosas pedrarias, e integra várias regiões do país ao atravessar 5 estados e 521 municípios.

Pearl Street Station was the first central power plant in the United States. It was located at 255-257 Pearl Street in Manhattan on a site measuring 50 by 100 feet (15 by 30 m),^[1] just south of Fulton Street and fired by coal. It began with one direct current generator, and it started generating electricity on September 4, 1882, serving an initial load of 400 lamps at 82 customers.^[2] By 1884, Pearl Street Station was serving 508 customers with 10,164 lamps.^[1] The station was built by the Edison Illuminating Company, which was headed by Thomas Edison. The station was originally powered by custom-made Porter-Allen high-speed steam engines designed to provide 175 horsepower at 700 rpm, but these proved to be unreliable with their sensitive governors. They were removed and replaced with new engines from Armington & Sims that proved to be much more suitable for Edison's dynamos (https://en.wikipedia.org/wiki/Pearl_Street_Station, s/d., p. 1).

Dentro do mesmo propósito e planeamento da usina diamantinense, em 1885, também em Minas Gerais, na cidade de Viçosa, localizada no sul do Estado, escrever-se-ia mais um nobre capítulo referente às usinas hidroeléctricas mineiras e brasileiras, ao entrar em funcionamento a *Hidroeléctrica da Companhia Fiação e Tecidos São Silvestre*. O acontecimento reforça a importância do Estado de Minas na historiografia eléctrica da ex-colónia portuguesa¹⁷³, ao mesmo tempo em que retrata o vanguardismo e o pioneirismo da engenharia eléctrica na época, principalmente porque o Brasil não havia passado por nenhum tipo de Revolução Industrial, e muito menos por uma revolução científica e tecnológica (Segunda Revolução Industrial). A electricidade “atropelou, *positivamente*, todos esses estágios”.

¹⁷³ Lembremos que as usinas eléctricas foram criadas num período relativamente curto e numa época em que a troca de informações com a Europa era precária e muito lenta, marcada por enormes dificuldades e sacrifícios, completamente diferente dos dias actuais.

Entre meados e final do século XIX ocorreu o que se costuma chamar de Segunda Revolução Industrial, caracterizada pela aplicação da ciência a processos industriais [a junção do laboratório com a fábrica]. São introduzidas novas fontes de energia – notadamente o petróleo e a electricidade – e, em consequência, surgem novos ramos industriais, como a siderurgia, a química industrial (especialmente a química orgânica) e a electrotécnica. Dessas, certamente são a indústria química e a eléctrica que darão a feição aos nossos “tempos modernos”, prenunciados nos romances de Júlio Verne¹⁷⁴ [...] que se intensifica o uso dos metais, como o aço, o cobre [especialmente como condutor eléctrico], o chumbo, o zinco e o alumínio. Este último pôde ter sua produção expandida em escala comercial, justamente graças à crescente aplicação da electricidade [processo eletrolítico do alumínio]. Na indústria química, obtém-se um volume maior de soda cáustica e de ácido sulfúrico, que levaram ao melhor aproveitamento do látex [...] pela vulcanização da borracha – que aliás se revelou posteriormente importante material eléctrico pelas suas qualidades de isolante (MAGALHÃES, 2000, 29-30 pp.).

A inexistência de uma indústria siderúrgica do ferro e do aço, do cobre (metal responsável pela construção dos condutores eléctricos¹⁷⁵), do alumínio, química industrial, tampouco existia uma indústria química, electrotécnica e electromecânica apropriadas¹⁷⁶ de suporte, voltada à construção de componentes, máquinas ou dispositivos eléctricos, foram algumas das tantas dificuldades e obstáculos vencidos por esses pioneiros. Salvo muito trabalho, atitudes corajosas, interesse, férrea vontade e ideal, o que tecnicamente fazia grande diferença era a improvisação, pois a carência de material e gente especializada em projectos, máquinas e técnicas era gritante. Quase tudo tinha de vir de fora, com altos custos e há milhares de quilómetros da região, da Europa ou dos Estados Unidos, para serem montados e adaptados no local, sem falar da ausência do poder público atuante e de legislação específica para o sector eléctrico.

No caso da usina eléctrica construída no Ribeirão do Inferno, foi ela um marco histórico e um exemplo de superação de obstáculos, entre os quais, o facto de possuir a maior linha de transmissão eléctrica do mundo, com 2 km de extensão¹⁷⁷. A primeira hidroeléctrica do Brasil não ambicionava nenhum propósito além de seus domínios, iluminar a cidade de Diamantina, por exemplo. A electricidade gerada nas pequenas turbinas não visava tampouco suprir de força electromotriz indústrias locais, muito menos

¹⁷⁴ Júlio Gabriel Verne (1828-1905), natural de Nantes, França, um dos mais lidos escritores de novelas de ficção científica do século XIX, era fascinado pela electricidade: “Aqui, senhor professor, devo dar-lhe algumas explicações, diz o capitão Nemo. Queira, então, escutar-me. [...] É um agente poderoso, obediente, rápido e tranquilo, que se presta a todos os usos e que reina absoluto. Tudo se faz por meio dele. Ele me ilumina, esquentame, é a alma dos meus aparelhos mecânicos. Esse agente é a electricidade”. Nota nossa.

¹⁷⁵ Principalmente no que tange à produção de malhas ou isoladores eléctricos de algodão, vidro, ebonite, louça, resina, borracha, condutores metálicos, etc. indispensáveis na confecção de isolantes e de outros componentes eléctricos.

¹⁷⁶ Medidas vigoradas com a “Segunda Revolução Industrial”, a nomeada “Revolução Científica e Tecnológica”, que teve a ciência da electricidade, da mesma forma que o vapor na primeira fase, como um dos destaques, além do absoluto domínio do modo de produção capitalista sobre o mundo moderno, à técnica/tecnologia e à ciência.

¹⁷⁷ Isto é um forte indicativo de que a corrente operada na usina era alterna, pois somente este tipo de corrente conseguiria ser transportada a esta distância sem perda significativa de tensão.

foi construída com o propósito de vender o excedente eléctrico ao poder público ou privado, como faria Bernardo Mascarenhas seis anos depois em Juiz de Fora. Porém, isto não tira o mérito do pioneirismo técnico e a vanguarda do empreendimento empresarial bastante avançado para a época. A histórica hidroeléctrica está desativada há muitos anos faz parte do material histórico e museológico das Centrais Eléctricas de Minas Gerais (CEMIG). Infelizmente pouco resta desta rica e importante história, principalmente enquanto documentos, descaso provocado por alguns arqui-inimigos do Brasil: o desrespeito à memória, o desprezo ou a indiferença à tradição, e à história nacional.

A partir de Ribeirão de Inferno o país passará por um período de investimentos em outras pequenas hidrelétricas, que trazem algumas mudanças no pacato cenário económico local. Em 1885 são inauguradas duas usinas hidroeléctricas no Estado de Minas Gerais, vinculadas ainda à iniciativa privada, confinadas à produção da electricidade a fábricas locais: A primeira foi a *Usina Hidroeléctrica da Companhia de Fiação e Tecidos São Silvestre*, no município de Viçosa, responsável pelo fornecimento de energia eléctrica, para fazer funcionar seus teares, máquinas e iluminação de suas dependências. A *Usina Hidroeléctrica Ribeirão dos Macacos*, município de Inhumas, hoje Cachoeiro do Prata (antiga Cachoeira dos Macacos), à época distrito da cidade de Sete Lagoas, foi a segunda hidroeléctrica implantada no Estado e do país. A energia eléctrica produzida tinha também fins particulares: de iluminar (*luz*), movimentar máquinas (*força*) e demais necessidades da *Sociedade de Fiação e Tecidos Cachoeira de Macacos*, proprietária da usina. A usina entrou em operação com 310 KVA de potência aparente, tensão de 2300 Volts, em 50 Hz de geração de saída, em corrente alterna. Em 1887, novamente em Minas, apareceu a *Usina Hidrelétrica da Compagnie des Mines d'Or Du Faria*, no antigo distrito de Nova Lima, uma das mais tradicionais e prósperas vilas pertencentes ao áureo período colonial da economia mineralógica do ouro de Minas Gerais.

No mesmo ano de 1887, além da hidroeléctrica mineira de Nova Lima, foi inaugurada também a *Usina Termelétrica Velha*, em Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, marcos importantes à produção de força e luz (*power and light*) em Minas e no Brasil.

Em 1887, a cidade de Porto Alegre foi a primeira capital do país a ter um serviço permanente de fornecimento de energia eléctrica restrito a consumidores particulares, com energia da termelétrica de 160 KW da Companhia *Fiat Lux*. Conforme destaca Bicca (2010), o serviço de fornecimento dessa empresa apresentava algumas peculiaridades: além da energia eléctrica, havia o fornecimento de todo o material necessário para a iluminação, inclusive as lâmpadas.

Também em 1887 foi criada no Rio de Janeiro a Companhia de Força e Luz para fornecer iluminação eléctrica às mais de 100 lâmpadas que clareavam alguns pontos no centro da cidade. A energia usada para tal era gerada em uma pequena central termelétrica localizada num prédio no largo de São Francisco (SILVA.2, 2011, p. 22).

O marco inicial da produção eléctrica de Minas e do Brasil, assinalado pelas hidroeléctricas mineiras e as termoeeléctricas do Estado da Guanabara e do Rio Grande do Sul, aconteceu no momento de mais

destaque do período imperial, entre os anos de 1870 e 1879, por iniciativa de pequenos, médios e grandes produtores, fazendeiros ou empresários; ricos cidadãos da região que buscavam autossuficiência em energia eléctrica a bem de suas fazendas, fábricas, mineradoras, indústrias ou cidades: Campos no Rio de Janeiro, São Paulo, Juiz de Fora ou Porto Alegre¹⁷⁸. O cenário mudará drasticamente a partir de 1899, com o surgimento da primeira hidroeléctrica do Brasil, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Com a República, a electricidade volta-se também para os interesses públicos, já contando com algumas políticas governamentais o que veio a se transformar numa tendência nacional, associada ou não à industrialização.

A mudança no cenário provocada pelo principiar da industrialização brasileira incentivou a instalação de usinas eléctricas no país, a começar com a empresa canadense *Railway Light and Power Company*, em São Paulo, rebatizada depois para *Tramway, Light and Power Company*. Esta companhia foi a primeira empresa estadual pública do Brasil na produção, transmissão e comercialização de serviços eléctricos, iniciativas reforçadas com a criação do grupo *Light*. Outra empresa estrangeira a destacar-se também no contexto foi a *American Foreign Power Company* (Amforp). As duas usinas investiram em hidroeléctricas de maior capacidade, melhorias estruturais que inovaram, ampliaram e dominaram o cenário de energia eléctrica. Observa-se a conscientização do setor público da importância da energia eléctrica para o desenvolvimento industrial, urbano, e bem-estar social. É também o momento em que surgem as primeiras leis destinadas à electricidade¹⁷⁹ em todo o país, sendo a iluminação pública a primeira iniciativa, realizada através do “projeto de Lei n.º 118 de 1905 destinado a fornecer tal serviço a diversos bairros do Rio de Janeiro” (MAGALHÃES, 2000, p. 48).

5. 2. O Surgimento da Electrificação Pública e de Potência no Estado de Minas Gerais e no Brasil

“A história da electricidade no Brasil é página que deve ser escrita com sentimento de amor-próprio nacional.”¹⁸⁰

O início propriamente dito da electrificação no país terá novamente Minas como palco, no caso, a cidade de Juiz de Fora, com o surgimento da primeira usina hidroeléctrica de potência do Brasil, uma das maiores empreitadas empresariais, técnicas e científicas do final do império e início da República do Brasil. Dentro da panorâmica mundial, os outros Estados da Federação vão construindo máquinas, fábricas e serviços com o objectivo de mudar o processo produtivo e económico da nação, até então restrito ao modelo agropecuário de país produtor e exportador de matérias primas. A indústria constituir-se-á na mola propulsora para que a geração de electricidade ocorresse no mundo, a exemplo do Brasil e de Portugal, pois onde

¹⁷⁸ Localizadas respectivamente no Estado da Guanabara e Rio Grande do Sul.

¹⁷⁹ Geração, produção, distribuição, normatização técnica (amperagem, frequência, potência, etc.), comercialização, de serviços eléctricos, tais como, a iluminação pública, doméstica, planos gestores para rios ou fontes hidroeléctricas voltadas à produção da electricidade, etc.

¹⁸⁰ BIBLIOTECA DO EXÉRCITO, 1977, p. 31.

havia uma máquina a ser movimentada, bastava ligar a electricidade e pronto! A máquina começava a funcionar.

Aí, então, foi um corre-corre. Todo mundo queria ligar uma máquina para fazer alguma coisa. [...] Assim, com a chegada da energia elétrica, as fábricas puderam ser instaladas (FERREIRA, s/d., p. 29).

Retrocedendo algumas décadas à implantação das hidroelétricas mineiras, é importante salientar que, ao contrário de São Paulo e do Rio de Janeiro, Minas não tinha indústrias e encontrava-se na pasmaceira ou na encruzilhada económica de fim do ciclo do ouro, da agricultura e pecuária, apesar do café já fazer parte de sua economia, cultivo e produção iniciada no estado desde 1790. O café já havia gerado fortunas e progresso a outros Estados, com destaque ao financiamento industrial, notadamente no estado de São Paulo.

Na segunda metade do século XIX a economia de Minas já vislumbrava certa autonomia, porém, carecia-lhe ainda de desenvolver condições para que a indústria se tornasse efectiva, o que somente seria possível com a electricidade. O desenvolvimento industrial naquele momento histórico estava acoplado às usinas elétricas capazes de produzir energia eléctrica em quantidade e qualidade suficientes, o que veio a acontecer na cidade mineira de Juiz de Fora, berço da industrialização do Estado de Minas Gerais. Assim, em 1889, entra em funcionamento a *Usina Hidroeléctrica de Marmelos-Zero*, situada no rio Paraibuna, propriedade da Companhia Mineira de Eletricidade (C.M.E). A empresa surgiu por iniciativa pioneira de Bernardo Mascarenhas, um jovem empreendedor, fazendeiro e industrialista da região, que detinha muito capital advindo da exportação do café, e pretendia aplicar a electricidade em suas fábricas e no urbanismo de Juiz de Fora. Mascarenhas, porém, almejava mais, ou seja, desenvolver a indústria em Minas Gerais a partir de Juiz de Fora, retirando o Estado da situação desfavorável em relação a outros estados brasileiros, objectivo vitorioso, porém, não sem dificuldades, por exemplo, o medo que a electricidade propiciava até então no imaginário popular.

Bernardo Mascarenhas, o moço rico mineiro que herdara fazenda de gado e plantação de café, não frequentara universidade, mas visitara a Europa e os Estados Unidos em busca de soluções industriais, que o apaixonavam. Ao usar essa primeira água brasileira para gerar eletricidade – a primeira da América do Sul que fazia –, não pensava Bernardo Mascarenhas apenas em substituir o gás das lâmpadas das vias públicas e das residências particulares, mas, também e, sobretudo, em obter energia para sua própria fábrica têxtil e para as demais, de vária natureza, que se viessem a fundar na cidade a que chegara, dois anos antes, a fim de cumprir seu fado pioneiro. Não teve que enfrentar somente as dificuldades naturais, mas ainda os receios espalhados pela empresa local de que a corrente elétrica matasse quem viesse a se servir do telefone, em acidente provável, provocado pela proximidade das linhas (BIBLIOTECA DO EXÉRCITO, s/d., 34-35 pp.).

Marmelos-Zero, a primeira usina de potência construída em Minas Gerais, no Brasil e na América do Sul, foi também a primeira usina de interesse público do Brasil, diferenciando-se, pois, daquelas

vinculadas exclusivamente aos interesses particulares das fábricas de tecidos e das mineradoras locais, caso de Ribeirão do Inferno e outras associadas a pequenas empresas, fazendas, ou simplesmente para iluminar bairros ou cidades. Com uma potência inicial de 0,25 MW (250 KW), a maior até então do Brasil, ampliada depois para 0,375 MW (375 KW) em 1892. Fazendo justiça, à ideia e à consumação final do trabalho de Bernardo Mascarenhas e a usina eléctrica por ele implantada levou a cidade de Juiz de Fora¹⁸¹ a um rápido e surpreendente surto de progresso, impensável há anos atrás. O exemplo de Mascarenhas e sua equipa inspirou serviços eléctricos similares em Minas, seguido também por todo o território nacional. O Brasil, finalmente, estava a sentir os ares da modernidade.

A produção da energia eléctrica de Marmelos-Zero, de propriedade do empresário Bernardo Mascarenhas, foi utilizada inicialmente na iluminação eléctrica da cidade de Juiz de Fora, que passou a ser administrada pelo Grupo Mascarenhas (Bernardo Mascarenhas & família, Francisco Oliveira e acionistas do grupo). A geração, transmissão e cessão da electricidade de Marmelos 0, trazia em si uma grande inovação em relação às usinas anteriores, pois tinha como objectivo comercializar a energia eléctrica produzida na usina, exportando-a àquela cidade da Zona da Mata Mineira, o que alavancou o extraordinário crescimento da região, principalmente no que dizia respeito à indústria. Conforme veremos mais adiante, a partir de 1892, Marmelos-Zero destinará sua força motriz à indústria têxtil, quinhão de maior consumo de electricidade, portanto, de maior lucratividade à empresa. Com a usina os negócios de electricidade iniciaram os seus primeiros passos no estado, abrindo caminho também para todo o Brasil.

Usina Hidreléctrica de Marmelos foi a primeira grande usina hidreléctrica da América do Sul, inaugurada em Juiz de Fora, Minas Gerais, no ano de 1889. O empreendimento foi idealizado por Bernardo Mascarenhas, importante industrial de Juiz de Fora, fundador da Companhia Mineira de Eletricidade em 1888. A Usina de Marmelos foi projetada para atender não apenas as indústrias de tecidos do empresário, mas também para fornecer eletricidade à iluminação pública da cidade, antes alimentada a gás. [...] localizada no Rio Paraibuna, às margens da Estrada União e Indústria, outro importante marco da engenharia no Brasil no século XIX. O pioneirismo valeu a Juiz de Fora o título de "Manchester Mineira". [...] Em 1983, a Usina de Marmelos foi tombada pelo patrimônio municipal de Juiz de fora e transformada em espaço cultural (http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrel%C3%A9trica_de_Marmelos, 2014, p. 1).

¹⁸¹ "A história dos bondes em Juiz de Fora tem início em 1880, quando os Srs. Félix Schmidt e Eduardo Batista Roquete Franco, assinam contrato com o Governo Provincial, para construção e uso de uma linha férrea para carris urbanos [Bondes] com tração animal. [...] No dia 28 de Fevereiro de 1905 a Companhia Mineira de Eletricidade adquire a Companhia Ferrocarril Bondes de Juiz de Fora. [...] Em 27 de maio do mesmo ano o Governo do Estado aprova a transferência da concessão do serviço de bondes a Companhia Mineira de Eletricidade. [...] Em 6 de Junho de 1906 a C.M.E. coloca em circulação os dois primeiros bondes eléctricos de Juiz de Fora, que foram adquiridos no exterior, e recebidos com entusiasmo da população local. A partir de então, passa a expandir as linhas por vários pontos da cidade, popularizando o transporte" (OLIVEIRA.1, Jefferson Gomes de *História dos bondes em Juiz de Fora*, in: <http://www.jfminas.com.br/portal/historia/historia-dos-bondes-em-juiz-de-fora>).

A região de Juiz de Fora era uma grande produtora e exportadora de café, realizada por intermédio dos portos do Rio de Janeiro, que dista apenas 184 km deste centro das Minas Gerais. Da economia cafeeira veio o capital necessário para o financiamento do urbanismo, entre eles o empreendimento eléctrico, pois não havia capital estrangeiro disponível naquele momento para financiar a electrificação local, mesmo nacional. O café não somente financiou a actividade eléctrica como atraiu outros negócios e empreendedores que detinham capital e não tinham onde investir o dinheiro acumulado, o que incluía fazendeiros, comerciantes, bancários ou aristocratas, detentores de tradicionais fortunas regionais e nacionais. É importante ressaltar que o Brasil passava por sérias mudanças históricas, com repercussões drásticas na economia, sociedade, cultura, política, etc. como a Abolição da Escravatura (13/05/1888) e a Proclamação da República (15/11/1889).

A existência de um sistema financeiro é um elemento a ser considerado. Após a abolição da escravidão, fazendeiros da localidade investiram em outras atividades, potencializando a constituição de um sistema bancário, atuante no financiamento das atividades produtivas de Juiz de Fora. O Banco de Crédito Real é um bom exemplo, visto que suas primeiras diretorias e a compra de ações tiveram cafeicultores entre seus agentes. Esta instituição financeira teve uma participação importante na dinamização da economia local e regional, ao promover a distribuição diversificada [mediante descontos de notas, empréstimos em contas correntes, renovações de débitos etc.] de créditos oriundos dos depósitos nele realizados (Pires, 2004:207, 208, in: BARROS, 2008, 30-31 pp.).

Com o tempo, no entanto, em consequência das novas demandas energéticas de Minas e a evolução técnica do sector, a usina eléctrica ficou obsoleta e tornou-se inviável economicamente¹⁸², mas com a certeza de ter cumprido excelente trabalho ao Estado e ao país. O “Castelinho”, como é chamado o prédio que abrigava a empresa (C.M.E.), faz parte do acervo museológico da CEMIG¹⁸³. Trata-se de um centro cultural voltado à história do início da electrificação de Minas e do Brasil, marco de pioneirismo técnico de engenharia e de serviços públicos de geração, distribuição e comercialização de energia eléctrica¹⁸⁴. Esta é actual destinação dos Museus, que além do resgate da história, tornaram-se também centros de referência à educação, filosofia e ciência, abertos às pesquisas científicas em todos os níveis, campos e modalidade, além de promover o lazer e o turismo. Isso aconteceu, por exemplo, com algumas das antigas companhias eléctricas do mundo, exemplo seguido com grande competência pela antiga Companhia lisboeta, a “Central Tejo” (1900-1951). Esta Companhia foi pioneira na produção e distribuição de gás e electricidade de Lisboa, Portugal, ao fim do século XIX e segunda metade do século XX, quando foi desativada.

¹⁸² *Horizonte Geográfico*, n.º 61, p. 1.

¹⁸³ A CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais – é uma empresa (autarquia estadual) de electricidade pública, criada na década de 50, pelo então Governador de Minas, Juscelino Kubitschek de Oliveira. Compõe-se de um *holding* de mais de cem empresas coligadas, espalhadas em Minas Gerais, Brasil e no mundo. O propósito inicial da CEMIG era a produção eléctrica industrial, convertendo-se depois na Companhia Elétrica do Estado de Minas Gerais.

¹⁸⁴ *Idem* citação nota acima.

El **Museo de la Electricidad** [o **Museu da Electricidade** en português] es un centro de cultura donde se combina la monumentalidad del edificio, un museo de Ciencia viva, un museo de Arqueología Industrial, y un espacio dedicado a la realización de exposiciones temporales y otros eventos. [...] El Museu da Electricidade es propiedad de la **Fundação EDP**, inmersa dentro de la empresa EDP (Energias de Portugal). [...] El conjunto de la **Central Tejo** es una antigua central termoeléctrica que abasteció de electricidad a Lisboa y la región. Se trata de un edificio único en el panorama arquitectónico de Lisboa y uno de los más bellos ejemplos de arquitectura industrial de la primera mitad de siglo XX en Portugal; por esa razón, en 1986, hubo un decreto gubernamental para su declaración como bien protegido (MUSEO DE LA ELECTRICIDAD DE LISBOA, in: https://es.wikipedia.org/wiki/Museo_de_la_Electricidad_de_Lisboa, 2013, 1-2 pp.).

O café foi o grande propiciador de riqueza, progresso e desenvolvimento, e ajudou Minas a atingir novamente a pujança económica, ainda que aquém do ciclo do ouro¹⁸⁵. O desenvolvimento industrial e urbano financiado pelo café, sob a liderança pela energia eléctrica, converteu a cidade de Juiz de Fora num grande foco desenvolvimentista de Minas no fim do século dezanove e nas primeiras décadas do século XX. O extraordinário progresso de Juiz de Fora, comparável somente ao Rio de Janeiro, capital do país, e a São Paulo, núcleo industrial e económico do Brasil, foi de tal ordem que lhe rendeu, com toda justiça, o título de a “Manchester Mineira”. A prosperidade de Juiz de Fora seguiu a tendência nacional, ou seja, de mudança radical na economia agrícola do Brasil imperial. Em consonância com o mercado mundial, novos produtos eram cultivados, havendo no café o principal produto agro económico voltado ao mercado de exportação da época.

na segunda metade do século XIX a economia agrícola se transformou. Com a decadência das lavouras tradicionais – cana-de-açúcar, algodão e tabaco – desenvolveu-se a agricultura cafeeira. A partir de 1860, a exportação do café começou a aumentar em proporções crescentes e o Brasil chegou a ser o grande produtor mundial, com quase monopólio do comércio internacional. Nesse sentido, a crescente produção cafeeira pressionou a mecanização das indústrias rurais, a instalação de algumas primeiras manufaturas e a construção de estradas de ferro (SANTOS-BAMBIRRA; SILVA, 2008, p. 23).

Destaque da electrificação brasileira, Marmelos-Zero, está rigorosamente associada ao cenário mundial de progresso científico e tecnológico, urbanístico, industrial e político, caracterizado pela disputa de mercados externos (neocolonialismo). O desenvolvimento económico, social, científico-

¹⁸⁵ Económica e politicamente, de 1860 a 1920, Minas Gerais e São Paulo eram os estados mais poderosos do país. Entretanto, apesar da industrialização iniciada em Juiz de Fora e em algumas regiões do Estado e do país, com excepção de São Paulo, o Brasil ainda continuava dentro do modelo agrário. O poder económico de Minas e São Paulo gerou a chamada “Política do Café com Leite”, em que se reversavam no poder representantes de Minas Gerais e São Paulo, política que perdurou até à Revolução de 1920, quando subiu ao poder o gaúcho Getúlio Vargas, do Rio Grande do Sul. Este período demarca definitivamente o fim do ciclo económico, social, político, cultural e educacional das oligarquias agrícolas brasileiras, para as industriais, a exemplo de Getúlio Vargas, um legítimo representante da burguesia industrial.

tecnológico e urbanístico naquele final de século XIX implicava também em buscar novas fontes de energia, produzida pelos derivados de petróleo e a energia eléctrica, proporcionada pelas usinas termoeléctricas e hidroeléctricas, utilizada principalmente como energia às fabricas, o que não deixava outra opção ao Brasil. Mas para isto precisava, primeiro, desenvolver-se industrialmente, sinónimo de energia eléctrica, o que já era possível pela disponibilidade de capital fornecido pelo café. Com o propósito de municiar sua fábrica têxtil montada em Juiz de Fora, a Companhia Têxtil-Bernardo Mascarenhas, com a força electromotriz e de aplicação social de produtos a ela acoplados, Bernardo Mascarenhas criou a C.M.E., Marmelos-Zero, e outros serviços correlatos, telefone, por exemplo. Porém, por que isto aconteceu justamente numa cidade mineira em, notoriamente, na cidade de Juiz de Fora?

Analogamente a cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, Juiz de Fora foi submetida às transformações em seu espaço urbano, mediante utilização de recursos advindos da exportação de café. Já nas primeiras décadas do século XIX, as atividades agrícolas foram impulsionadas pela grande oferta de mão-de-obra escrava e de terras, além dos estímulos gerados pelos altos preços internacionais do produto. A cidade era a principal zona de entroncamento do sistema viário na região da Zona da Mata, condição explicativa de sua integração e da grande produção cafeeira, mediante presença do transporte ferroviário. De todas as regiões de Minas Gerais, a Zona da Mata produzia, até o início do século XX, mais da metade do café. Desta atividade surgiram novas possibilidades de investimentos vislumbrados na diversificação urbano-industrial de Juiz de Fora, posição que permaneceu até a década de 30 do século XX (idem, 2008, p. 3).

O primeiro factor desencadeante do ciclo do café, o ingrediente económico do progresso de Juiz de Fora, Rio de Janeiro e São Paulo, capitais dos estados mais poderosos economicamente do Brasil ao fim do império e nascimento da república, foi a abolição da escravidão (1888), o que obrigou os fazendeiros enriquecidos pela cultura e exportação do café a investirem em outras actividades. No caso mineiro, o café começou por potencializar a constituição de um sistema bancário sólido, requisito indispensável para financiar o progresso, principalmente quando advindo da indústria. Em decorrência disto, surge um banco da mais alta importância para a cidade de Juiz de Fora, para a Zona da Mata e o Estado de Minas, o Banco de Crédito Real, que teve como seus primeiros directores e acionistas, cafeicultores locais. Estes não somente fundaram o banco como compraram muitas acções. O Banco de Crédito Real dinamizou “a economia local e regional, ao promover a distribuição diversificada de créditos oriundos dos depósitos nele realizados” (Pires, 2004, p. 2007, in: BARROS, 2008, p. 30), responsável directo por

promover a transição do fundamento agroexportador cafeeiro para o urbano-industrial, passando a ser “*dotada de um parque industrial relativamente diversificado, um setor financeiro e bancário próprio, serviços públicos, produção agrícola de subsistência, uma rede de transportes e comercialização, entre outros*” (ibidem, 2008, p. 31).

A *Companhia Mineira de Electricidade* revolucionou o serviço de electricidade local, regional e estadual, ponto de referência a outros estados do Brasil no findar do século XIX e principiar do XX. A proposta da Companhia Mineira de Electricidade era ousada, ampla, moderna e inovadora. Visava fornecer vários serviços para Juiz de Fora, entre eles, gás canalizado, iluminação pública (em substituição da antiga iluminação pelas técnicas modernas da lâmpada eléctrica, no lugar dos velhos lampiões de querosene ou gás), fornecimento de electricidade para fábricas, instituições públicas e à iniciativa privada: comércio, indústria e comércio, empresas prestadoras de serviços e residências. A primeira incumbência da companhia foi projectar, construir, operar e administrara a Usina Hidroeléctrica de Marmelos 0, que começou efectivamente a sair do papel em 1888 por iniciativa pioneira de Bernardo Mascarenhas (1847-1899) e Francisco Batista de Oliveira (1857-1092). Os benefícios implantados pela empresa foram imediatos, pois na mesma data registou-se que “foram encomendados os equipamentos a Max Nothman Cia. Para a montagem do plano de iluminação da cidade” (BARROS, 2008, p. 31) a C.M.E. contava com um ousado e moderno plano de engenharia, tanto na captação quanto na transmissão eléctrica, dos dínamos ao destinatário final, realizada em corrente alterna¹⁸⁶, o que havia de mais moderno em tecnologia naquele momento. Muitas, portanto, foram as vantagens do trabalho de Bernardo Mascarenhas à cidade de Juiz de Fora e ao Estado. Mas não era só isto, pois,

Bernardo Mascarenhas destacou-se como um grande agente de promoção da modernização juiz-forana, ao ter participado de diversos empreendimentos locais como: Companhia Construtora Mineira de 1887, Sociedade Promotora de Imigração em Minas Gerais em 1887, Banco Territorial e Mercantil de 1887, Companhia Mineira de Eletricidade em 1888, Fábrica de Tecelagem Bernardo Mascarenhas em 1888, Banco de Crédito Real de Minas Gerais S/A em 1889, Companhia Mineira de Juta de 1893, Academia de Comércio em 1894 [Christo, 1994:76]. Seu envolvimento nas atividades econômicas juiz-foranas foi acompanhado também por fazendeiros, comerciantes e industriais locais. Tal composição aparece entre os primeiros acionistas da CME, ao controlarem 43,2% das 1500 ações da empresa [a outra percentagem das ações era controlada pela família Mascarenhas] (idem, 2008, 31-32 pp.).

O grande potencial hídrico do Estado de Minas Gerais, geograficamente recortado por quedas d'águas e vales era favorável à construção de usinas hidroeléctricas, denominadas de “Hulhas Brancas”, por ser um tipo de energia “limpa”. O termo era justificado porque as hidroeléctricas não poluíam, não sujavam, tinham baixo ruído, entre outros benefícios, o que diminuía consideravelmente os custos de produção, o que tornava o sistema bem mais em conta do que as termoeléctricas. As termoeléctricas queimavam combustíveis (fosseis ou orgânicos, carvão, querosene, óleo diesel ou gasolina) para aquecer a água das caldeiras a vapor ou para movimentar motores a explosão, que por sua vez, acionavam os geradores eléctricos. O alto preço dos combustíveis era outro grande obstáculo à

¹⁸⁶ Sistema desenvolvido pelo engenheiro croata Nikola Tesla, e que provava ser a melhor opção para o emprego a longas distâncias da energia eléctrica. A linha de transmissão de Marmelos percorria seis quilómetros, tecnicamente impossível se a corrente empregada fosse a corrente contínua, sistema defendido teimosamente por Thomas Edison. Esta técnica revolucionou o sistema eléctrico mundial, tornando factível “o sonho de iluminar o mundo”, não de Thomas Edison, mas de Nikola Tesla.

produção das usinas termoeléctricas. Os problemas observados na hulha *negra*, principal combustível das caldeiras das termoeléctricas, não existiam, pois, a água impulsionava directamente as turbinas dos dínamos eléctricos e a custos quase zero, sem o risco também de explosão, poluição, além de ruídos significativamente reduzidos. A Usina Termoeléctrica Central Tejo, em Lisboa, Portugal, por exemplo, utilizava o carvão mineral como energia primária nas caldeiras a vapor. Do transporte do carvão, que se realizava pelo rio Tejo, tinha de ser relocado no interior da usina, o que aumentava o preço final da produção eléctrica. Internamente, a queima do carvão nos fornos produzia uma grande quantidade de calor, de fagulhas, escória, sujeira e acidentes associados, transtornos constantes e inevitáveis neste tipo de usinagem eléctrica. Mas não havia outro jeito, pois geograficamente Lisboa não oferecia recursos para represar as águas do Tejo, ao contrário do rio Paraíba e de outros rios existentes na hidrografia mineira. Esta era, pois, conforme apostara Mascarenhas, a vantagem das hidroeléctricas em relação às demais formas de produção energética, responsáveis para alavancar o progresso industrial da região da Zona da Mata e do Estado. Entusiasmados especialistas do sector eléctrico da época apostavam todas suas fichas na geração da energia eléctrica a partir da força hidráulica, o que tornava a “Hulha Branca” a grande solução para a produção de energia eléctrica disponibilizada à sociedade moderna, ávida cada vez mais e mais de energia:

é inconcebível que o seo grande futuro e assombroso surto, estão na utilização da *Hulha Branca*, já que a natureza, comnosco tão prodiga em outras riquezas do solo e sub-solo, nos foi tão avara, não nos concedendo as hulheiras negras – o carvão de pedra – *pão da indústria*, como já foi propriamente baptizado (SENNA, 1914, secções VIII e IX).

A electricidade, em forma de força e luz, disponibilizada pela C.M.E., liderada pelo Grupo Mascarenhas, incrementou o crescimento industrial e o desenvolvimento urbanístico de Juiz de Fora. No início e meados do século XX, havia-se tornado a mais rica e influente cidade do Estado de Minas Gerais¹⁸⁷ e uma das mais prósperas do Brasil. A electricidade era o que faltava para Juiz de Fora confirmar e ampliar sua força económica em Minas, o que veio acontecer na última década do século XIX e nos primeiros anos do século XX. Segundo a acta de constituição, lavrada nas dependências do Banco Territorial e Mercantil, na comarca de Juiz de Fora, Minas Gerais, a C.M.E. foi constituída em 7 de Janeiro de 1888.

¹⁸⁷ Desta contenda resultou uma rivalidade histórica entre os juiz-foranos e belorizontinos, explicável pela proximidade com o Rio de Janeiro, sede Imperial e foco de resistência à República, e pela superioridade económica da *Manchester Mineira*, por conta de suas indústrias, a Belo Horizonte, na época da inauguração da nova capital.

A essa reunião, que foi presidida pelo Conselheiro Dr. João Ribeiro Mendes e secretariada pelos srs. Dr. Antônio Vaz Pinto Coelho da Cunha e João Crisóstomo Pimentel Barbosa, compareceram ainda, além de Bernardo Mascarenhas, que expôs o plano de formação da sociedade, os srs. Caetano Mascarenhas, Francisco Mascarenhas, Ricardo Martins da Costa, Dr. Pacífico Mascarenhas, Balbino de Magalhães Gomes, Teófilo Marques Ferreira, Antônio Diniz Mascarenhas, Bernardo Ferreira Pinto, Antônio Mascarenhas, João Barbosa Corrêa, Raul Alves, Francisco Eugênio de Rezende, Barão de Juiz de Fora, Francisco Antônio Bran-Lobo, Manuel de Matos Gonzaves, Francisco Antônio Brandi, Cristóvão de Andrade, Barão de Santa Helena e Manuel Vidal Babosa Lage, uns pessoalmente e outros por procurações, representando todos 1.035 ações. Nessa data ficou eleita a diretoria, constituída dos srs. Bernardo Mascarenhas, Francisco Batista de Oliveira, e Francisco Eugênio de Rezende (OLIVEIRA.1, 1966, p. 120).

Alguns anos antes da C.M.E., com o apoio da Câmara Municipal e do incentivo derivado da produção, comercialização e exportação do café, Juiz de Fora já se havia tornado palco de um grande desenvolvimento industrial. Esta nova realidade exigia, conseqüentemente, investimentos nos serviços públicos de iluminação, calçamento de ruas, distribuição de água gás e encanados, tratamento de esgoto, saneamento e outros. A primeira providência urbanística verificou-se na iluminação pública, o que elevou novamente a metrópole à “vanguarda das cidades brasileiras, chamando para ela a atenção das administrações municipais de quase todo o País, desejosas de seguir-lhe o exemplo em tal empresa” (OLIVEIRA.1, 1966, p. 117). Entretanto, o serviço de iluminação pública da cidade não trilhou caminho fácil, ao contrário, difícil, conflituante e polêmico, e se arrastou por quase uma dezena de anos sem que houvesse uma solução terminante.

Os primeiros problemas surgiram no começo de 1880, quando o Governo Provincial concedera o privilégio “de trinta anos aos srs. João Luiz Alves e Frederico Augusto Teodoro Meyer para instalar um gasômetro, com as necessárias dependências, para o serviço de iluminação pública e particular em Juiz de Fora” (idem, 1996, p. 118), que terminariam em 1887, sem contudo resolver os impasses da iluminação pública. Em 1886 o serviço foi outra vez colocado “em concorrência pública e arrematado por Maurício Arnade” (1996, p. 118), porém, mesmo com contracto assinado com Câmara, Arnade não ultrapassou as “providências iniciais, pelo que se viu obrigado a transferir as vantagens e obrigações da concessão” (1996, p. 118). Mesmo com os “esforços da Câmara de melhorar a iluminação pública da cidade, êsse serviço nenhuma modificação havia sofrido desde a data de sua instalação” (*ibidem*, p. 117): Todos os anos uma só pessoa, José Antônio Picorelli, sempre vencida a concorrência e arrematava os serviços (idem, *ibidem*, p. 117), mas acabava, no entanto, por descumprir o acordado com a Câmara Municipal e a Prefeitura, apesar de receber em troca dos serviços “pagamento que variava de quatro a cinco contos de réis por ano, conforme o número de lampeões existentes” (p. 117).

Nos contratos, êle comprometia “a conservar acesos os lampeões em tôdas as noites que não forem de luar, mesmo nas noites de luar enquanto a mesma lua não clarear ou depois de ter entrado, acendendo os lampeões logo que anoitecer, conservando-os acesos até o romper do dia, sendo que nas noites que a lua estiver bem clara o empresário não é obrigado a acender os lampeões, salvo caso de aviso dos srs. fiscais para tal fim”, assim como a “empregar na iluminação querosene puro e suficiente e pavio de número um para dar boa luz, conservando no maior asseio tôdas as partes ou peças dos lampeões e sobretudo os vidros” (1996, p. 117).

Em 1879 a polémica foi reactivada com o calçamento da Rua Halfeld, quando “a Câmara pôs em concorrência a iluminação dessa via pública a Gás Globo (sistema tição), adotado em várias cidades, mas não houve interessados” (*ibidem*, 117-118 pp.). Destarte, apesar das providências do Governo Provincial, da tentativa de outros empresários e da Câmara Municipal, nenhum avanço registou-se, principalmente em relação ao serviço de gás. Em 1887, Bernardo Mascarenhas, já estabelecido na cidade com sua fábrica de tecidos (OLIVEIRA.1, 1966), resolve entrar no negócio, o que o faz encaminhar uma proposta à Câmara Municipal, que, no futuro, acabará vitoriosa, mas sem antes ter de vencer os já contumazes problemas da iluminação pública e privada de Juiz de Fora. Ou seja:

Antes, a 20 de Fevereiro, Maurício Arnade, em requerimento enviado ao Rio de Janeiro, pedira “prorrogação por mais um mês para entrar com a caução estipulada” e a 3 de Março, apesar de tal solicitação ter sido atendida, requereu à Câmara permissão para “transferir o contrato, com todos os direitos e obrigações ao Sr. F. Batista de Oliveira, como procurador do Sr. Bernardo Mascarenhas”. [...] Por se haver arrependido ou por querer criar dificuldades a Bernardo Mascarenhas, Maurício Arnade não quis entregar-lhe, como se obrigara, as plantas e os estudos já existentes, o que obrigou o novo concessionário a pedir prorrogação do prazo contratual para inauguração do serviço (*ibidem*, 118-119 pp.).

Para resolver o crónico embaraço admirativo provocado pela iluminação pública a querosene e a gás, no ano de 1882, o poder público da cidade de Juiz de Fora, no sentido de resolver definitivamente o contumaz obstáculo mudou de estratégia e abriu-se à possibilidade de instituir a iluminação eléctrica na cidade (1966). Para isto,

solicitou à Câmara de Campos¹⁸⁸ cópia do contrato ali celebrado no mesmo ano para iluminação da cidade pelo sistema Brush. O contrato foi enviado, mas nenhuma providência foi tomada a respeito. No ano seguinte (1883), os srs. George Francisco Grande e Carmelo Seoani propuseram dotar a cidade iluminação elétrica, colocando 24 lâmpadas de mil velas normais, sistema Schubert (Brush & Skwan aperfeiçoado), “reconhecido como o mais aperfeiçoado e mais aceito nas últimas exposições em Munich e em Viena da Áustria, pelo preço de onze contos de réis”. Essa proposta foi aceita pela Câmara, mas nada também encontramos que nos autorize a dizer que o serviço foi realizado (1966, p. 118).

Contudo, Bernardo Mascarenhas não era homem de desistir facilmente, resolveu pôr fim ao dilema da iluminação, convicto também dos lucros que adviriam se obtivesse sucesso. Com muita força e coragem, Mascarenhas gradativamente foi contornando as dificuldades, até conseguir, em 1889, através da Companhia Mineira de Electricidade, implantar o sonhado serviço de iluminação elétrica de Juiz de Fora, acontecimento que marcou época, comemorado com entusiástica alegria, euforia, curiosidade e êxtase, principalmente pelo público citadino pouco afeito àquela forma de iluminação.

A cidade cobriu-se de expectativas e festejos pela novidade. Com um pouco de apreensão, mas ansiosa por ver o efeito feérico e mágico. Bernardo Mascarenhas incumbiu-se da empreitada, aproveitou as potencialidades e objetividades que a localidade oferecia para a geração da energia. Em setembro de 1889, ruas iluminadas e uma nova sensação experimentada pelos olhos ao visualizar a luz artificial. Um rito de passagem: das trevas a querosene para a luz à eletricidade. Efusivamente celebrado (BARROS, 2008, p. 41).

O fornecimento da iluminação pública e da energia electromotriz (*poder & Light*), a residências e pequenos empreendimentos comerciais, ou de serviços, não era o alvo principal da C.M.E., mas, sim, o de fornecer força motriz para as indústrias da Zona da Mata Mineira, serviço muito mais lucrativo. Este objectivo, no entanto, não se concretizou de imediato, mas nove anos depois da Companhia Mineira de Electricidade iniciar as primeiras actividades elétricas na cidade, que acontecera em 1888, ainda assim, restrito apenas a duas empresas: “Naquele ano, a Tecelagem Mascarenhas e a Carpintaria dos Srs. Pantaleoni, Arcuri, Timponi & Comp. passaram a contar com motores elétricos” (idem, 2008, p. 34). De acordo ainda com BARROS (2008), do ponto de vista da engenharia elétrica, a demora no fornecimento de força motriz decorreria das baixas potências inicialmente produzidas nos geradores de Marmelos-Zero (idem, p. 34). Conforme o autor (2008) há que se considerar, também, duas hipóteses para a demora no fornecimento da força elétrica.

¹⁸⁸ Campos, lembrando, rica e próspera cidade do Estado Fluminense foi a primeira cidade brasileira a adotar serviço público de iluminação elétrica. Nota nossa.

Em 1896, ocorreu um acréscimo da potência instalada no parque gerador da CME, passando de 375 KW para 600 KW. Talvez, a potência anterior não era suficiente para garantir a energia necessária para geração de força motriz. Outra questão seria o desinteresse do empresariado local em abandonar o antigo padrão de energia, pautado na auto-produção, mediante utilização de carvão e petróleo. À medida que os custos com estes combustíveis cresceram, a adoção de motores elétricos tornou-se mais atrativa. Mas este foi um processo lento, que marcou a eletrificação das atividades industriais em Juiz de Fora. Essa relutância em optar por essa nova forma de energia, paulatinamente foi sendo superada, possibilitando que a eletricidade se afirmasse como valiosa mercadoria, paradigma tecnológico, uma mudança técnica incorporada na atividade industrial, que agregava valor ao setor produtivo (Lorenzo, 1993: 257, 258, in: BARROS, 2008, 34-35 pp.).

De igual forma, como sucedia com a Companhia Mineira de Electricidade, as demais indústrias de Juiz de Fora eram compostas de pequenos e médios estabelecimentos fabris, com limitado número de sócios, formados pela participação de amigos e parentes, e com pequeno capital aplicado¹⁸⁹. Em decorrência da escassez de liquidez da economia regional, a concessão de crédito comercial em curto prazo era o que proporcionava garantia às empresas aumentarem número de vendas e multiplicar os lucros. Comparadas com o restante do território mineiro as instalações industriais de Juiz de Fora eram “maiores, com uma maior capacidade de produção e mais capitalizadas” (idem, 2008, p.35). Porém, a electricidade ainda era novidade para a maioria das empresas do parque industrial da Manchester Mineira. Alterar a realidade industrial a favor da energia eléctrica foi o grande projecto, desafio e trabalho, vitorioso, diga-se de passagem, de Bernardo Mascarenhas, sócios, aliados e funcionários.

Como mencionado, o interesse inicial da C.M.E. pela electricidade não cogitava inicialmente os pequenos consumidores domésticos ou empresariais, mas às indústrias¹⁹⁰ da região, objectivo registado no estatuto da empresa, em 1898, pois isto exigiria aumento de investimentos. Neste sentido, numa atitude inédita para uma nação periférica, atrasada, de mentalidade agrária, com mais de 90% de analfabetos e sem uma Universidade, Mascarenhas investiu fundo, em esforço e capital nos serviços da companhia, entre os quais o aumento da potência dos geradores eléctricos do complexo hidroeléctrico de Marmelos. Se em 1889 a potência inicial era de 250 KW instalados no parque gerador da usina de Marmelos Zero, em 1910 esta potência já havia sido substancialmente elevada para 1200 KW, quintuplicando quase a potência inicialmente instalada nos geradores, o que demonstra, uma vez mais, o alto grau de compromisso, investimento e pioneirismo da empresa.

¹⁸⁹ A CEM era uma espécie de pequeno *holding* que oferecia vários serviços, de iluminação eléctrica, geração, distribuição, venda de electricidade, de serviços e produtos eléctricos. Mas a empresa não se limitara a isso, pois tinha também sob seu controlo os serviços da distribuição de gás encanado, a telefonia e o transporte eléctrico urbano. Vocacionada aos empresários fabris a C.M. E inovara-se também com uma moderna política de comércio e marketing de produtos técnico-científicos em electricidade. A venda de motores eléctricos, o fornecimento de informações, divulgação e ajuda técnica em diversos produtos eléctricos pelo holding foi a grande sacada. Este negócio objectivava convencer industriais aficionados à ideia de “autoprodução” de energia” ou que desconheciam o grande potencial (económico) da energia eléctrica na indústria moderna (BARROS, 2008).

¹⁹⁰ Os estabelecimentos fabris, necessitados de maior quantidade de energia eléctrica para fazer funcionar motores e demais maquinários industriais, eram os consumidores ideais e preferidos do grupo Mascarenhas, alvo principal da C.M.E.

Para início das atividades, 250 KW de potência foram instalados, distribuídos em dois grupos geradores monofásicos de 125 KW cada um. Em 1892, a potência instalada foi aumentada em mais 125 KW, após instalação de outro gerador. Em 1896, foi inaugurada a segunda usina com dois grupos geradores, bifásicos, de 300 KW cada, elevando-se a potência instalada para 600 KW (que substituíram a energia elétrica gerada pela primeira usina). O terceiro grupo entrou em serviço em 1905, havendo elevação de potência para 900 KW. Em 1910, a potência foi elevada a 1200 KW, mediante inauguração do 4.º grupo. Em 1911, a CME passou a ser controlada acionariamente por um grupo de agentes do capital agrário, Assis-Penido. Esse grupo projetou a construção da Usina 2 de Marmelos, que contaria com quatro geradores trifásicos de 600 KW cada um. Em 1915, duas unidades foram inauguradas, havendo um acréscimo à potência instalada de mais 1200 KW (Hargreaves, 1971: 33, in: BARROS, 2008, 33-34 pp.).

No entanto, em oposição ao que vinha ocorrendo na Europa e América do Norte, o crescimento industrial impulsionado pela energia elétrica naquela rica e próspera região mineira da Zona da Mata não teve uma rápida e imediata adesão dos empresários locais como esperava a C.M.E. O interesse do empresariado industrial de Juiz de Fora, no uso da electricidade em seus estabelecimentos, concretizar-se-ia, porém, quase uma década depois da criação da Companhia Mineira de Eletricidade, ou seja, já em pleno século XX. Mas qual a razão disto, melhor, por que o grupo Mascarenhas enfrentou tantas dificuldades em vender energia eléctrica às empresas fabris de Juiz de Fora e região?

Embora a Companhia Mineira de Eletricidade tenha iniciado seus serviços em 1889 – quando passou a executar a iluminação pública de Juiz de Fora –, foi somente em 1898 que o fornecimento de força motriz passou a ser realizado. Naquele ano, a Tecelagem Mascarenhas e a Carpintaria e Marcenaria dos Srs. Pantaleoni, Arcuri, Timponi & Comp. passaram a contar com motores elétricos. Que motivos explicariam a adesão da eletricidade por apenas duas empresas, num universo bem maior e somente 9 anos depois de sua estréia? Levantamos duas hipóteses. Em 1896, ocorreu um acréscimo da potência instalada no parque gerador da CME, passando de 375 KW para 600 KW. Talvez, a potência anterior não era suficiente para garantir a energia necessária para geração de força motriz. Outra questão seria o desinteresse do empresariado local em abandonar o antigo padrão de energia, pautado na auto-produção, mediante utilização de carvão e petróleo. À medida que os custos com estes combustíveis cresceram, a adoção de motores elétricos tornou-se mais atrativa. Mas este foi um processo lento, que marcou a eletrificação das atividades industriais em Juiz de Fora. Essa relutância em optar por essa nova forma de energia, paulatinamente foi sendo superada, possibilitando que eletricidade se afirmasse como valiosa mercadoria, paradigma tecnológico, uma mudança técnica incorporada na atividade industrial, que agregava valor ao setor produtivo (Lorenzo, 1993, 257-2508 pp., in: BARROS, 2008, 34-35 pp.).

O ritmo frenético e alucinante existente nas grandes cidades europeias, americanas, no restante do mundo e no Brasil, coadjuvado pela energia eléctrica, crescia ano pós ano, exigindo cada vez mais generosas cotas de energia eléctrica e dos derivados do petróleo. Trocar o transporte urbano de tração animal pelos eléctricos/bondes movidos à energia eléctrica era um dos desafios enfrentados por Juiz de Fora e outras grandes cidades do Brasil e do mundo. Este óbice, que travava o crescimento urbano, era devido à lentidão da movimentação interna dentro dos grandes núcleos urbanos: de gente, de produtos, mercadorias e serviços, provocados pelo transporte público operado pela força animal de burros, mácula do passado em meio à vanguarda do presente e o futuro. Em resumo:

Os bondes a burro eram obstáculos à plena circulação – princípio estruturante da modernidade –, dificultando a modernização da cidade. Esses veículos refreavam a tendência de aceleração do ritmo da vida inerente a essa conjuntura histórica. Era como se parte do passado insistisse em permanecer num presente de mudanças constantes. Esse serviço não rompia com a dependência da tração animal para a realização de deslocamentos pelos habitantes na cidade – por carroças, no lombo de cavalos e burros e nos respectivos bondes. Quando esse serviço foi instalado, inegavelmente ocorreu um progresso. Mas, a partir do momento em que se sucedeu a inauguração eléctrica, esse progresso passou a ser relativo. Essa condição durou uma quinzena de anos. Durante esse tempo, um limite físico não pôde ser ultrapassado. O serviço ainda contava com as dificuldades de uma topografia sem racionalidade, marcado pelo desnivelamento de trilhos e as respectivas ruas, em sua maioria sem qualquer tipo de calçamento. Outros entraves ao deslocamento dos bondes pelas ruas da cidade podem ser observados na limitação de utilização dos animais, cuja resistência deveria ser respeitada de maneira que suas vidas fossem preservadas. Por conta disso, a morosidade no percurso dos bondes era consequência da lentidão desses animais. Ela era mais agravada pelos declives, subidas, chuvas e lama (idem, 2008, p. 47).

Na descrição de Barros (2008), fica claro o papel desempenhado pelos bondes eléctricos no desenvolvimento urbano de Juiz de Fora, da mesma forma que ocorria em outras metrópoles nacionais e mundiais. Entre os benefícios estava a superação deste último grande obstáculo que ainda se interpunha entre o passado e o futuro da urbanização de qualquer cidade moderna, no final do século dezanove. Cômico que o crescimento de Juiz de Fora dependia também de um moderno e eficiente transporte urbano de massa, o grupo Mascarenhas inovaria mais uma vez. Em 1905, a C.M.E., após conseguir do poder municipal o controle do transporte público da cidade, introduz mais um serviço de real importância social, o transporte colectivo por eléctricos ou Bondes (carris impulsionados por motores eléctricos). Este novo serviço revolucionaria não somente o transporte, mas toda a vida da cidade, até então, realizado por intermédio da tração animal de burros. O serviço de transporte urbano de Juiz de Fora pode, resumidamente, pode ser assim contado:

Em 1897 a firma Fritz Wintz assume a Companhia Ferrocarril Bondes de Juiz de Fora.¹⁹¹

No dia 28 de Fevereiro de 1905 a Companhia Mineira de Eletricidade adquire a Companhia Ferrocarril Bondes de Juiz de Fora, utilizando empréstimo obtido no mercado, no valor de 350:000\$000, imediatamente coberto pela comunidade local.

Em 27 de maio do mesmo ano o Governo do Estado aprova a transferência da concessão do serviço de bondes a Companhia Mineira de Eletricidade.

Em 6 de Junho de 1906 a CME coloca em circulação os dois primeiros bondes eléctricos de Juiz de Fora, que foram adquiridos no exterior, e recebidos sob grande entusiasmo da população local. A partir de então, passa a expandir as linhas por vários pontos da cidade, popularizando o transporte (JFMINAS, 2015, p. 1).

O serviço de transporte público produziu efeitos positivos imediatos, e intensificou a modernidade em Juiz de Fora, apagando os últimos laços do passado que impediam o progresso. Os bondes eléctricos tornaram-se “elementos de promoção do crescimento das cidades em todas as suas direcções. Sua presença induzia a ocupação e exploração da respectiva área” (BARROS, 2008, p. 48) em que suas linhas corriam. Eles promoveram a expansão imobiliária e a valorização dos terrenos onde as linhas dos eléctricos passavam. A localidade servida por eles valorizava-se sensivelmente e se distinguia de outros, o que aconteceu com o bairro de São Matheus, que de subúrbio tornou-se um dos melhores lugares de se morar (idem, *ibidem*, p. 48), com valorização rápida e espectacular.

O sucesso implantado por mais este serviço foi de tamanha envergadura, que em 1930, a Companhia Mineira de Electricidade, além de operar e administrar os serviços de transporte da cidade fabricava os seus próprios bondes, a abrir oportunidade para o uso da tecnologia e da mão-de-obra nacional. Infelizmente, como sói acontecer até hoje no Brasil e em Minas Gerais, o esforço *nacionalista* de Bernardo Mascarenhas não encontrou eco no empresariado e na governança pública. Assim, a C.M.E. começa a passar por dificuldades, e a partir de 1954, o serviço de Bondes sai do controlo do grupo empresarial de Mascarenhas, e é assumido pelo Departamento Autónomo de Bondes. Este episódio decorreu dos novos rumos económicos transcorridos na região, no Estado e no Brasil, assinalado pelo crescimento da indústria nacional, exigente cada vez mais de energia eléctrica. Na sequência dos anos 50, não podendo suportar a concorrência das multinacionais do sector eléctrico, há algumas décadas estavam instaladas no Brasil, como a conhecida Light, e acompanhar a demanda crescente de energia eléctrica exigida, a Companhia Mineira de Electricidade entrou em decadência, pondo fim ao ciclo progressista e vanguardista implantado em Juiz de Fora. De qualquer forma, não há como negar a importância do trabalho da citada companhia, do empresário Bernardo Mascarenhas e de seu grupo empresarial, que fizeram história, principalmente na produção eléctrica para o desenvolvimento regional e o progresso do Estado de Minas Gerais.

¹⁹¹ De propriedade dos senhores Félix Schmidt e Eduardo Batista Roquete Franco, instituída a 15/11/1881, por concessão do Governo Provincial de Minas, foi a primeira empresa de transporte colectivo urbano de tração animal de Juiz de Fora. Nota nossa.

5.3. A Introdução da Electricidade em Belo Horizonte

A nova capital do Estado de Minas Gerais nomeada inicialmente como “Cidade de Minas” foi inaugurada em 12/12/1897. Em 1890 passou a se chamar “Belo Horizonte”.¹⁹² Os motivos da transferência da capital de Ouro Preto, antiga Vila Rica, sede do governo provincial no tempo da mineração, até hoje não tem uma definição muito clara ou precisa, pois, motivos económicos, políticos e ideológicos não faltaram aos defensores da ideia. Politicamente era preciso descentralizar a administração do Estado, o que diminuiria o poder da tradição monárquica que dominava a tradicional política estadual. O principal motivo, entretanto, era económico. Segundo seus defensores, Ouro Preto, “sufocada” por montanhas não conseguia mais crescer, socialmente, economicamente e urbanisticamente¹⁹³, e uma nova capital viria dinamizar e abrir novas perspectivas de crescimento e desenvolvimento, que o Estado tanto necessitava, o que de facto aconteceu, e num tempo recorde. Após muita polémica e disputa, entre simpatizantes e opositores, a ideia vingou. Assim sendo, em 1893, quatro anos após a proclamação da república, depois de acirradas discussões, o Congresso Legislativo de Minas Gerais, reunido na cidade de Barbacena, em 1897, decretou a mudança da capital mineira, de Ouro Preto para o “Arraial do Curral Dei Rei”.

Há pouco mais de cem anos, Ouro Preto deixava de ser a capital de Minas Gerais. Nascia então uma nova cidade, inteiramente planejada e construída para ser a capital do estado. Era Belo Horizonte. No local onde a cidade foi edificada, existia um pequeno arraial, o Curral del Rei, que foi quase totalmente demolido. O plano da nova capital, elaborado por uma equipe de engenheiros, arquitetos e outros técnicos, previa uma cidade dividida em três áreas: uma área central, denominada urbana; em torno desta, uma outra denominada suburbana; e uma terceira área, chamada rural.

A nova capital foi inaugurada em 12 de dezembro de 1897, mesmo estando ainda em obras, e com seu plano apenas parcialmente implementado (ARREGUY; RIBEIRO, 2008, p. 9).

À construção da nova capital, a cargo de uma *Comissão Construtora* composta por um grupo selecto de engenheiros e arquitetos chefiada por Aarão Reis¹⁹⁴, foi rápida e sem maiores atropelos. Belo Horizonte foi a primeira cidade planejada do Brasil, inspirada no que havia de mais moderno na época, notadamente Paris e Washington, com cruzamentos entre os quarteirões, a existência de um parque centralizado, etc. Sua área central, cercada por uma grande avenida, a Avenida 17 de Dezembro, actual Avenida do Contorno, compreendia quarteirões e ruas geometricamente construídas, com 12 avenidas e 24 praças, pavimentadas, arborizadas, limpas e floridas, razão pela qual Belo Horizonte deteve por um bom tempo o título de “Cidade Jardim”, realidade há muito extinta. A capital foi transferida em

¹⁹² Este nome foi ratificado oficialmente pela Câmara Legislativa no ano de 1901.

¹⁹³ Um dos problemas de Ouro Preto era sua topografia acidentada, rochosa e salpicada de montanhas, que dificultavam sua expansão urbana, e por efeito, o crescimento comercial, industrial, etc.

¹⁹⁴ Aarão Lal Guilherme de Carvalho Reis (1853-1936), foi um engenheiro paranaense encarregado pelo governo mineiro de construir a nova capital.

12/12/1897¹⁹⁵, durante o governo do advogado, jurista e político mineiro, Chrispim Jacques Bias Fortes, “Presidente eleito da Província de Minas Geraes”, que corresponde ao actual cargo de Governador de Estado.

O local escolhido oferecia condições ideais: estava no centro da unidade federativa, a 100 km de Ouro Preto, rico em cursos d'água, clima ameno, numa altitude de 800 metros. A área destinada à nova capital parecia um grande anfiteatro entre as Serras do Curral e de Contagem, contando com excelentes condições climatológicas, protegida dos ventos frios e úmidos do sul e dos ventos quentes do norte, e arejada pelas correntes amenas do oriente que vinham da serra da Piedade. Projetada pelo engenheiro Aarão Reis entre 1894 e 1897, Belo Horizonte foi a primeira cidade brasileira moderna planejada. Elementos chave do seu traçado incluem uma malha perpendicular de ruas, cortadas por avenidas em diagonal, quarteirões de dimensões regulares, visadas privilegiadas, e uma avenida em torno de seu perímetro (Avenida do Contorno). Outro aspecto interessante do projeto original é a abundância de parques e praças, com um grande parque municipal¹⁹⁶ na área central (Portal Belo Horizonte, in: https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal:Belo_Horizonte).

Visava-se, com a transferência da capital, a modernização do Estado: promover o crescimento comercial e industrial, cultural e educacional, científico, tecnológico e artístico, sem se poupar esforço ou recurso pecuniário para dotar a novíssima capital de todos os meios modernos necessários e disponíveis na época, entre elas, a electricidade. Aquele momento, feérico, entusiástico e alegre, sentido na cidade, inspirava-se nos eufóricos acontecimentos vividos naquele final de século XIX, quando o mundo respirava os ares da modernidade, ou seja, da *Belle Époque*, era de progresso infinito, de paz, beleza, cultura e livre dos contumazes conflitos humanos; resultado do progresso advindo da ciência e da tecnologia, secundada também pela indústria, supremacia do regime capitalista burguês. O clima ameno de Belo Horizonte tornou-a famosa por muitos anos, pelo menos até à década de 40 e 50, propícia que era para os tratamentos de saúde pulmonar, como o da tuberculose, a pior e mais temida moléstia da época, mas também asma, bronquite, entre outras mais.

Durante a construção da cidade, em 11/12/1897, um dia antes da inauguração de Belo Horizonte, a fim de auxiliar a comissão construtora, foi inaugurado o primeiro serviço telefónico de Belo Horizonte, por intermédio de “uma rede telefônica, ligando entre si os diferentes departamentos administrativos da comissão” (PENNA, 1997, p. 37). Nesta mesma data, foi também introduzido “o serviço de iluminação eléctrica da Capital, provindo a energia eléctrica da usina de Freitas” (Idem, 1999, p. 44). Entretanto, a energia eléctrica disponibilizada na cidade não foi socializada, restringindo-se a algumas partes centrais, avenidas e praças. Arquitectonicamente projetada por Aarão Reis¹⁹⁷, as primeiras construções

¹⁹⁵ Antes disto o território teve de ser desmembrado de Sabará ao qual pertencia o antigo povoado do Curral Del Rei.

¹⁹⁶ Este parque está reduzido a um quarto de sua área originalmente traçada, como muitas outras partes da cidade, engolidas pela desenfreada corrida imobiliária. Nota nossa.

¹⁹⁷ A primeira planta da nova cidade surgiu no ano de 1895, o que demonstra a rapidez e o empenho do processo construtivo.

de Belo Horizonte enquadravam-se no estilo neoclássico ou eclético, arte importada da Europa por trabalhadores especialmente contratados para fazer parte na construção da nova sede estadual, com destaque para os italianos.

A fim de dotar a cidade de uma boa infraestrutura, provida de vários estabelecimentos públicos e privados, foram edificadas, durante e após a construção da capital: escolas públicas, fórum e cadeia pública, hospitais, prédio da Santa Casa de Misericórdia, construções palacianas, como do Palácio da Liberdade, que por muitos anos foi sede da governança do Estado, estabelecimentos públicos variados, municipais, estaduais e federais. Como exemplo, lembremo-nos do sumptuoso Prédio Central dos Correios, infelizmente há muito demolido, Estação ferroviária, Catedral da Boa Viagem, Palacete Dantas, e conjunto arquitectónico da Praça da Liberdade, onde se encontra o “Palácio da Liberdade”, antiga sede da governança estadual, e muitas outras obras primadas de grandioso porte, bom gosto, beleza e rigor arquitectónico, orgulho da engenharia mineira do final do século XIX. Se a característica de Belo Horizonte em relação a outras cidades do país foi o progressismo, um bom exemplo disto foi à iluminação pública, que seguiu o exemplo de outras metrópoles brasileiras que haviam adentrado à modernidade da iluminação eléctrica, como Rio de Janeiro, Campos dos Goitacazes, Porto Alegre. Belo Horizonte

se tornou a primeira capital brasileira a contar com um sistema de iluminação pública eléctrica. Nos anos seguintes, outras cidades do país também passaram a iluminar suas ruas com eletricidade, como Rio Claro, Piracicaba, São Carlos do Pinhal e Ribeirão Preto, no estado de São Paulo; Juiz de Fora, São João Del Rei e Belo Horizonte, em Minas Gerais; Manaus, no Amazonas; e Belém, no Pará (<http://www.memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pag=6&codTit1=44294&pagina=destaques/almanaque/historia&menu=387&iEmpresa=Menu#44294>, s/d., p. 1).

No promissor ano de 1897, na margem esquerda do Ribeirão Arrudas, foi construída a primeira usina eléctrica (hidroeléctrica) de Belo Horizonte. Na época, o “Rio Arrudas”, como é popularmente conhecido, em nada lembrava a triste figura do presente: inodoro, oxigenado, com muitos peixes e água limpa, a correr, livre, e despoluída, em todo o seu trajecto. A realidade mudou a partir das décadas de 60 e 70, quando tanto o território e o manancial aquífero tornaram-se galerias de esgoto e dejectos. Devido às irregularidades, do ciclo das águas e topografia pouco acidentada, o fornecimento de electricidade (em corrente alterna) somente foi possível com a construção de uma represa, para aproveitar o potencial hídrico de uma cachoeira próxima ao local. A produção eléctrica, no entanto, era limitada, obrigando a prefeitura a tomar uma série de medidas para aumentar a produção da energia eléctrica. Ruínas da antiga hidroeléctrica podem ser vistas nas proximidades da estação de tratamento de águas do Arrudas¹⁹⁸, em Sabará.

¹⁹⁸ O Ribeirão Arrudas, nascente localizada na cidade de Contagem, e no rio das Velhas, no município de Sabará, tem também um nobre missão, fornecer água potável a um grande número de moradores de Belo Horizonte e cidades vizinhas, possível através de uma usina de tratamento de suas águas.

Em 1900 a prefeitura, visando aumentar a capacidade do reservatório executou obras na barragem com o intuito de elevá-la, aumentando sensivelmente a geração de energia da Usina.

Até a inauguração da Usina do Rio de Pedras em 1906 a Usina de Freitas foi a única fornecedora de energia elétrica para Belo Horizonte e devido a sua limitada capacidade de geração de energia a prefeitura restringia a instalação de eletricidade nas residências. Com a instalação dos serviços de Bondes em 1902 o serviço que já era deficiente tornou-se ainda pior devido a priorização por parte da prefeitura do fornecimento a esses serviços em detrimento da iluminação pública e particular.

O fornecimento de energia era deficiente ao ponto de a prefeitura ser obrigada a racionar energia devido a baixa do Arrudas. Devemos lembrar que o ribeirão sempre foi um curso d'água de pouca vazão. Para se ter idéia da precariedade dos serviços, em 1905 com a finalidade de reparar um motor elétrico da usina a prefeitura suspendeu por 15 dias o transporte de bondes após as 18:30 (<http://curraldelrei.blogspot.com.br/2011/01/usina-de-freitas-primeira-usina.html>, 2011, 1-2 pp.).

Em pouco tempo Belo Horizonte se torna uma grande e progressista metrópole. Com um rápido crescimento, populacional, económico, cultural, educacional e industrial, suplantaria em pouco tempo velhas e tradicionais cidades coloniais e imperiais do Estado, como Ouro Preto, São João de Rei, Sabará, e, a partir da década de 50, Juiz de Fora, a acirrar ainda mais a disputa entre ambas.

5.4. A Electricidade na Opinião de Eça de Queiroz e de Fernando Pessoa: Bem ou Mal? ¹⁹⁹

“Maravilhosa invenção! Quem não
admirará os progressos deste século?”²⁰⁰

As intensas descobertas, invenções, ramificações, associações – electrónica, electromecânicas, electrotécnica, telecomunicações, bio-electrónica, informática, microelectrónica – e inumeráveis aplicações da electricidade tornou o seu reino absoluto e universal. A utilidade da electricidade na actual conjectura de nossa civilização é inquestionável, o que torna questões assemelhadas à do subtítulo singelo, estranho, aparentemente sem sentido. Todavia, ao findar do século XIX e encetar do século XX, não se tinha tanta certeza ou unanimidade, tampouco este era o pensamento dominante. Havia quem a contestasse e a temesse. Esta contradição viveu eminentes personagens contemporâneos, a exemplo do escritor português Eça de Queiroz, um dos mais talentosos e respeitáveis escritores portugueses e um dos pioneiros da literatura realista em língua portuguesa.

José Maria de Eça de Queiroz, nascido em 1845, no Almada, Portugal, cuja morte ocorreu, em 1900, em Paris, dispensa maiores apresentações, principalmente ao público português. Eça comportou-se como “um exímio cirurgião psicossocial” às mazelas da sociedade portuguesa, presa aos erros, contradições ou falácias da cultura judaico-cristã, permeada de falsidades, preconceitos e hipocrisia. O *Crime do Padre Amaro*, considerado o maior romance realista da literatura portuguesa, é o maior exemplo disso. Teve vida agitada e relativamente curta, algo muito comum na época, principalmente aos boémios e intelectuais.

Licenciado em direito em Coimbra fixou-se em Lisboa para exercer a advocacia e o jornalismo, ofício onde se revelaria o seu extraordinário dom de escritor. Foi discípulo do escritor francês Gustave Flaubert, de quem recebeu grande influência literária²⁰¹. Em 1873 foi nomeado cônsul pelo governo português. Eça de Queiroz viveu com sofreguidão os últimos decênios do século dezanove. Período recortado por impetuoso e revolucionário crescimento, científico, técnico e tecnológico e cultural (filosofia, educação, música, teatro, artes plásticas). Foi também um período de intensas e radicais mudanças sociais, políticas e económicas, tais como a 1.ª e a 2.ª Revolução Industrial, crescimento urbano, lutas do proletariado, corrida às Áfricas e Ásia.

Queiroz presenciara os bombásticos “milagres” da ciência e da técnica acontecidas nas três décadas rematadoras do século dezanove, em grande parte patrocinada pela física, química e engenharia

¹⁹⁹ Esta parte da dissertação doutoral está reservada à reflexão filosófica no sentido de interpretar os registos da literatura, em prosa e verso, a descrever o que dois eminentes escritores portugueses que falaram a cerca da ciência, da electricidade, da tecnologia e das máquinas. Não se trata apenas de reflexão filosófica, mas também de expressar o “sentir” poético, conforme aprendemos na disciplina “Representações na Tecnociência”, do Prof. Dr. Christopher D. Aretta, do programa doutoral da FCT-UNL, ou seja, enlevar-se pela “noosfera” da arte prosaica e a augusta sensibilidade poética.

²⁰⁰ QUEIROZ, Eça de, *Civilização*, 4.ª ed., Selecção e introdução por Maria das Graças Moreira de Sá, Lisboa, Portugal, Editora Ulisseia, 2000.

²⁰¹ Principais obras de Eça de Queiroz: *A Cidade e as Serras*. / *A Ilustre Casa de Ramires*. / *A Relíquia*. / *A Tragédia da Rua das Flores*. / *As Farpas*. / *Contos e Prosas Bárbaras*. / *O Crime do Padre Amaro*. / *O Mandarim*. / *O Mistério da Estrada de Sintra*. / *O Primo Basílio*. / *Os Maias*. / *Uma Campanha Alegre*. Em “*Civilização*” esboçam-se os germens da “*Ilustre Casa de Ramires*”.

eléctrica. Conheceu a água e o gás encanados, o telégrafo, a lâmpada eléctrica, o telex, o fonógrafo, o cinematógrafo,²⁰² a máquina de escrever, a fotografia e o telefone, circulou em eléctricos e comboios. Como todo empreendimento novo e desconhecido a electricidade não despertou apenas admiração²⁰³ e entusiasmo (*thauma*), mas também estupefacção, apreensão, medo (*páthos*), expressos muitas vezes em forma de mitos e questionamentos. Havia quem a julgasse bênção, perigo ou maldição, deusa ou fada. A “Fada Electricidade”, por exemplo, foi um dos muitos mitos em que o povo revestira a electricidade, mas havia também quem a imaginasse como bruxa. Todavia, não se deve esquecer que as “maravilhas da ciência moderna” é uma das máscaras usadas para camuflar a hipocrisia da burguesia, alvo da artilharia crítica psicossocial de Eça de Queiroz, e de outros escritores realistas. Estes escritores atribuíam à poesia um papel social, o que pode ser contemplado no trabalho de Antero de Quental, e outros poetas e romancistas portugueses e brasileiros do género: Cesário Verde, Guerra Junqueiro, Fialho de Almeida, Gomes Leal e Machado de Assis.

No tocante ao processo civilizatório moderno, onde se faz presente a electricidade, a crítica social de Eça de Queiroz pode ser observada no conto “Civilização”. Nesta obra, a sagacidade crítica do escritor dirige-se à superficialidade da classe burguesa, “inautêntica e afastada do real”, resultado do apego excessivo ao romantismo e da utopia. Um dos focos de denúncia do autor são a ciência e a técnica moderna, o que inclui a electricidade.

O enredo, narrado na 3.^a pessoa, descreve um excêntrico cidadão português nascido em berço d'ouro e que vivia em meio ao conforto, dinheiro, criadagens, luxo e propriedades dignas da alta fidalguia. Jacinto, como se chamava, nascido “num palácio, com quarenta contos de renda em pingues terras de pão, azeite e gado” (QUEIROZ, 2000, p. 97), recebera uma esmerada educação, e tinha também grande afeição por novidades, criações e produtos técnico-científicos modernos disponíveis na época, eléctrica, mecânica e eléctrica electromecânica. O personagem era o protótipo de modernidade e encarnava como poucos o ideal daquele período existencial da Europa moderna, América do Norte e outras partes do mundo, cujos excessos, ilusões e contradições, o escritor focara seu arguto senso crítico. “Era ele, de todos os homens que conheci, o mais complexamente civilizado – ou antes aquele que se munira da mais vasta soma de civilização material, ornamental e intelectual” (QUEIROZ, 2000, p. 98). Jacinto simbolizava a alma patética, contraditória e de certa forma superficial, de alguns homens do fim do século XIX, que, de balde bens materiais e intelectuais, viviam mergulhados na apatia, no tédio, medo ou indiferença, enfim, na “angústia existencial”, conforme diz a ontologia e a psicologia existencial do filósofo francês Jean-Paul Sartre. Aparentemente não havia motivos que justificassem o crónico estado de angústia, apatia e infelicidade de Jacinto, pois juntamente à higidez intelectual e psíquica era também bem-dotado de saúde física,

²⁰² Baptizada de “cinematógrafo” pelos inventores franceses, os irmãos franceses Auguste e Louis Lumière, foi a máquina precursora da cinematografia, ou do cinema (do grego *Kine* ou *Kino*, “movimento”).

²⁰³ Pelo latim *admiratione*, derivado do verbo *admirari*, sentimento de surpresa, assombro ou espanto diante de algum acontecimento inusitado, o princípio fundamental para se processar o acto de filosofar, *conhecer natural das primeiras causas e dos fundamentos últimos*.

mais resistente que um pinheiro das dunas. [...] Não teve sarampo e não teve lombrigas. Nunca padeceu, mesmo na idade em que se lê Balzac e Musset, os tormentos da sensibilidade. [...] Do amor sempre experimentara o mel – esse mel que o amor invariavelmente concede a quem o pratica, como as abelhas, com ligeireza e mobilidade. Ambição, sentira somente a de compreender bem as ideias gerais, e a “ponta de seu intelecto” [como diz o velho cronista medieval] não estava ainda romba nem ferrugenta (idem, 2000, p. 97).

Não obstante as facilidades, a vida não lhe era nada leve, pelo contrário, pesada e sem alegria, que o mergulhava numa rotineira crise existencial, oscilante entre a indiferença e o tédio. Sentia-se “enfasiado pela vida”, considerada como um pesado fardo. “Que maçada. Que maçada!”, exclamava sempre. “Claramente a vida era para Jacinto um cansaço – ou por laboriosa e difícil, ou por desinteressante e oca” (idem, 2000, p. 105). Para fugir à melancolia Jacinto utilizava-se de muitos mecanismos oferecidos pela civilização, por exemplo, abastecer-se, “formidavelmente [...] de todas as obras essenciais da inteligência – e mesmo da estupidez” (*ibidem*, 2000, p. 98). O personagem era a contradição em pessoa. Essa idiossincrasia, no entanto, empurrava-o “desesperadamente”, numa alusão à filosofia do filósofo e teólogo dinamarquês, Søren Aabye Kierkegaard (1813-1855), à cata de um número amplo e variado de coisas, materiais e espirituais, espécie de alimento ou combustível, linfa ou droga, à sua alma atarantada, sempre ávida por novos interesses e emoções. Entretanto, isto de pouco lhe valia para mudar sua “secura de viver”.²⁰⁴

Jacinto não cessava também de buscar interesses e emoções que o reconcilhassem com a vida – penetrando, tirando à cata dessas emoções e desses interesses pelas veredas mais desviadas do saber, a ponto de devorar, desde Janeiro a Março, setenta e sete volumes sobre a *evolução das ideias morais entre as raças negróides*. Ah! nunca homem deste século batalhou mais esforçadamente contra a *seca de viver!* Debalde! Mesmo de explorações tão cativantes como essa, através da moral dos negróides, Jacinto regressava mais murcho, com bocejos mais cavos! (2000, p. 105).

Se o século XVIII foi o século da objectividade, da razão e do iluminismo, o começo do século XIX foi o da subjectividade, ou seja, da oposição à razão. Porém, o movimento romântico combateu os exageros da razão com “exagerados apelos da subjectividade”. O artista romântico movia-se pelos excessos da subjectividade e da imaginação, não rara vez, enfermigo, idealizando tudo à sua volta, trocando a realidade pela fantasia. No auge da produção intelectual de Eça de Queiroz, outra realidade despontava-se, a do progresso, crescimento industrial e urbano, revolução científica e técnica, como os produzidos pela siderurgia do ferro e do aço, lâmpada e electrificação, bizarra aparelhagem mecânica, individualizada como o Gramofone de Edison, ou conjugadas com os eléctricos (aparelhos electromecânicos, como o telégrafo e o telefone). Foi também um período crivado de contradições, de grande agitação social e de acirradas lutas políticas: do proletariado por melhores condições de vida,

²⁰⁴ A explicação para os males de Jacinto surgiu de seu velho escudeiro, que também servira ao seu pai, Grilo, que dizia que “Sua Excelência sofria de fartura” (QUEIROZ, 2000, p. 105).

de disputa de mercados, da exploração de novos centros coloniais ultramarinos, com destaque à Ásia e Áfricas, e de ideologias, das campanhas militares napoleónicas à contrarreacção prussiana, britânica e austríaca, que dividiram, pensamento e comportamento do homem da época. A falta de enfrentamento da realidade, segundo os críticos do movimento romântico, criou um exagerado “culto da fantasia”, irreabilidade e inautenticidade, mecanismo de fuga comum da classe burguesa, cujos costumes, posturas, atitudes e práticas, o realismo guerreava. Em outras palavras, “a civilização humana” tinha de viver o real, isto é, voltar à natureza, de forma autêntica e verdadeira, aceitando as virtudes, reconhecendo as falhas, erros e contradições.

Jacinto era o modelo exemplar, senão o “protótipo de homem do final do século XIX”. O desejo de encontrar o sentido, ou a alegria de viver, conduzia-o irremediavelmente aos livros, de variados temas e de diversos assuntos (a fuga à realidade do romantismo). Em sua biblioteca havia livros: de filosofia, história, literatura, geografia, antropologia. Jacinto apreciava também outras peculiaridades daquele tempo: móveis, talheres, prataria, cortinados e outros mais requintados, além de tapetes e obras de arte. Seu grande prazer, no entanto, era a leitura de textos ou autores pessimistas, como o Livro do Eclesiastes e, para completar, as obras do filósofo alemão Arthur Schopenhauer²⁰⁵, espécie de lenha psíquica atirada à fogueira ardente ou pimenta prescrita à queimação estomacal, em lugar de água e antiácidos. Esse gosto extravagante não era novo, pois,

desde os vinte oitos anos, Jacinto já vinha repastando de Schopenhauer, do Eclesiastes, de outros pessimistas²⁰⁶ menores, e três, quatro vezes por dia, bocejava, com um bocejo cavo e lento, passando os dedos finos sobre as faces, como se nelas só palpasse palidez e ruína. Por quê? [...] Sem dúvida porque ambos esses pessimistas o confirmavam nas conclusões que ele tirava de uma experiência paciente e rigorosa: “que tudo é vaidade ou dor que, quanto mais se sabe, mais se pena, e que ter sido rei de Jerusalém e obtido os gozos todos na vida só leva a maior amargura...” (*ibidem*, 2000, p. 105).

A complexidade psicológica do personagem se expressa também por um grande interesse em invenções, revelado por uma contumaz obsessão pelo que havia de mais moderno na época. No gabinete de trabalho de Jacinto havia um telefone conectado directamente com o inventor Thomas Edison, com o qual correspondia directamente (QUEIROZ, 2000). Mas nada disso produzia sentido na sua vida e no seu humor, que o tornasse mais alegre ou menos infeliz. Comparado ao Crime do Padre Amaro, obra-prima de Eça de Queiroz, Jacinto não era falso, hipócrita, fingido, dissimulado ou desregrado, muito menos pérfido, seu grande mal era apenas ser “moderno”, melhor, “civilizado

²⁰⁵ Schopenhauer (1788-1860) é filósofo e pensador de destaque do período romântico da filosofia alemã, porém discordante em alguns pontos. Seu pensamento sobre o amor, por exemplo, não se enquadra em nenhum sistema da época. O idealismo alemão (Kant, Hegel, Fichte, Schelling, Schlegel), foi uma vertente romântica da filosofia alemã, que se contrapôs ao racionalismo e ao iluminismo. Entretanto, Schopenhauer reagiu também energicamente contra o pensamento de Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) e com outras linhas do pensamento romântico, característica insuficiente para fazer dele um pensador “não romântico”. O pessimismo de Schopenhauer, e o interesse de Jacinto por suas obras reforçam as críticas de Queiroz à sociedade portuguesa e europeia, mergulhada nas contradições românticas.

²⁰⁶ Em algumas frases famosas de Schopenhauer o pessimismo é manifesto e gritante: “viver é sofrer”; “a humanidade divide-se em dois grupos de espíritos, espíritos atormentados e espíritos atormentadores”. Nota nossa.

demais". Mas isso não era uma faceta peculiar apenas dele, pois esse era o espírito reinante em grande parte da rica burguesia ou da classe média intelectual de Lisboa, de Paris, Londres, Berlin, Viena, Bruxelas, Roma, Nova Iorque ou Copenhaga. Eça de Queiroz, ao dissecar psicologicamente Jacinto, dissecava o comportamento social e o *moto vivendi* daquele progressivo, mas tumultuado e contraditório final de século XIX.

Podemos dizer, que a busca de "novas facilidades" era um dos mecanismos de defesa ou ricos subterfúgios do excêntrico Jacinto para fugir ao desinteresse ou à indiferença pela vida. "Por isto o meu pobre amigo procurava constantemente juntar à vida novos interesses, novas facilidades" (*ibidem*, 2000, p. 105). O fascínio pela ciência e a tecnologia era um de seus campos predilectos para garimpar novas experiências ou "facilidades", facto comprovado pelo emaranhado de instrumentos e aparelhagens encontrados no seu gabinete de trabalho. A electricidade era uma das tecnologias preferidas incorporadas ao interior da casa, mas que podiam ser encontradas até mesmo "entre os arvoredos do jardim" (*ibidem*, 2000, p. 106). No escritório Jacinto estalara o seu santuário. Naquele ambiente grave e sagrado, onde se poderia sentir certa aura de profanidade, Jacinto abastecera-se praticamente de tudo o que havia de mais moderno, sinónimo de "tecnológico", da época, das cousas mais simples às mais sofisticadas, de apetrechos comuns ao ofício de escrever, a muitos outros misteres técnicos impostos pelo consumismo burguês do tempo do grande escritor. Entretanto, as fascinantes novidades lá encontradas, ao mesmo tempo em que *feéricas* ou *faustuosas*, eram também, pelo menos na visão do escritor e de outros pensadores da época, "desnecessárias", como o olhar frio, porém, majestático de uma águia ou gavião real, que fascina e devora a presa.

Ao fundo, e como um altar-mor, era o gabinete de trabalho de Jacinto. A sua cadeira, grave e abacial, de couro, com brasões, datava do século XIV [...] Nunca recordo sem assombro a sua mesa, recoberta toda de sagazes e subtis instrumentos para cortar papel, numerar páginas, colar estampilhas, aguçar lápis, raspar emendas, imprimir datas, derreter lacre, cintar documentos, carimbar contas! (QUEIROZ, 2000, p. 99).

Entretanto, aqueles brinquedinhos, construídos de diversificados tipos de metal – consequência da revolução metalúrgica decorrida no século XIX (WELLS, 1970) – ou dentro de técnicas mecânicas, e electromecânicas mais rebuscadas (Revolução Científica), não eram inocentes e inofensivos. Em outras palavras, os aparelhos, melhor, a "parafernália técnica de Jacinto", no que pese os "prós", acompanhava-se também de alguns "contra": barulhos, "sofrimentos", "gotas de sangue" (de Jacinto, ao se ferir num mecanismo de escrever), acidentes, enguiços e outros transtornos.

Civilização, como já descrito, é narrada na terceira pessoa, através de um segundo personagem não nomeado pelo autor, que o extraordinário talento do escritor nos leva a imaginar ser ele próprio, a descrever um de seus maiores amigos. Este personagem, presente desde o primeiro momento, representa a "voz" ou "a consciência crítica", "superego", peculiaridades da ironia fina e crítica de Eça de Queiroz. O primeiro personagem em importância, Jacinto, era a "voz passiva" da realidade, o *admiratio*, o *thauma*, o deslumbramento e a apatia, característicos dos "tempos modernos". O outro, a "voz activa", do narrador do conto, porta-voz das ideias, pensamentos e valores do autor, simboliza a

apreensão, o medo, a censura, o corte e o questionamento, o “Amigo de Jacinto”, ou seja, “a voz de Eça de Queiroz”. O gabinete de trabalho de Jacinto era o ambiente onde a *civilização* se manifestava com toda força e magnitude. Nesse recinto venerado, havia grande e variado número de aparelhos, instrumentos, mecanismos e apetrechos de todo tipo e qualidade, que iam do papel para escrever, a inventos mecânicos e electromecânicos sofisticados, do telégrafo eléctrico de Samuel Morse, ao telefone de Graham Bell, a mais surpreendente invenção naquele momento histórico.

Uns de níquel, outros de aço, rebrilhantes e frios, todos eram de um manejo laborioso e lento: alguns, com as molas rígidas, as pontas vivas, trilhavam e feriam: e nas largas folhas de papel “Whatman” em que ele escrevia e que custavam 500 réis, eu por vezes surpreendi gotas de sangue do meu amigo. Mas todos eles consideravam indispensáveis para compor as suas cartas. [...] O que, porém, mais completamente imprimia àquele gabinete um portentoso carácter de civilização eram, sobre as suas peanhas de carvalho, os grandes aparelhos, facilitadores do pensamento – a máquina de escrever, os autocopistas, o telégrafo Morse, o fonógrafo, o telefone, o teatafone, outros ainda, todos com metais luzidios, lados com longos fios. (*Ibidem*, 2000, p. 99).

Depois do ambiente solene e glamoroso do gabinete de trabalho (“santuário de Jacinto”), que parecia “quase perfeito”, região do inconsciente do encontro com o lado alegre e “admirável” (*admiratio* ou o *thauma*) da vida, o autor apresenta o outro lado da moeda, o “universo do *páthos*”, o lado negativo, doloroso, doentio ou sofrido da mente humana (“pedagogia da dor?”), ou seja, o do “medo, do desconhecido” (*neofobia*). Mas donde vinha o medo ou a fobia denunciada pelo escritor? Da moderna tecnologia, rapidamente introduzida no mundo, que alterou radicalmente o *modus operandi* e os costumes do século XIX e do uso mecânico, senão superficial, “antinatural”, daquela imensa e estranha parafernália.

Constantemente sons curtos e secos retiniam no ar morno daquele santuário. Tique, tique, tique! Dlim, dlim, dlim! Craque, craque, craque. Trrrre, rtrrrre, trrrre! [...] Era o meu amigo comunicando. Todos esses fios mergulhados em forças universais transmitiam forças universais. E elas nem sempre, desgraçadamente, se conservavam domadas e disciplinadas! Jacinto recolhera no fonógrafo a Voz do conselheiro Pinto Porto, uma voz oracular e rotunda, no momento de exclamar com respeito, com autoridade:

– *Maravilhosa invenção! Quem não admirará os progressos deste século?* (QUEIROZ, 2000, p. 99).

O primeiro “perigo da técnica moderna” principiou-se com um grave e aterrorizante acontecimento, com uma grande novidade naquele contexto histórico, a da água canalizada. Tudo aconteceu no interior no lavatório do faustoso *toilette* da mansão de Lisboa de Jacinto, revestida de toda a modernidade, com a “a água quente canalizada”, coisa fina e raríssima, com certeza fora do alcance da maioria dos mortais. A ironia de Eça talvez não fosse direccionada à utilidade de um lavatório moderno, com torneiras, água encanada, quente e fria, banheira ou coisa assim, apesar de isto ser novidade naquele

tempo, o que contrastava com os sistemas tradicionais, mas aos excessos, à ostentação, ao luxo, e a falta de objectividade, apesar de que em momento algum Jacinto se mostrasse soberbo, esnobe, arrogante ou vaidoso. O personagem central era vaidoso, e esmerava-se em seu tracto. A limpeza de Jacinto era um verdadeiro ritual, a começar pelo “cabelo, corredio e louro [...] ondeava o cabelo sobre a orelha; com uma escova côncava, em forma de telha, empastava o cabelo, por trás, sobre a nuca. [...] Respirava e sorria” (QUEIROZ, 2000, p. 102).

Penteado e cansado, ia purificar as mãos. Dois criados, ao fundo, manobravam, com perícia e vigor os aparelhos do lavatório – que era apenas um resumo dos maquinismos monumentais da sala de banho. Ali, sobre o mármore, verde e róseo do lavatório, havia apenas duas duchas [quente e fria], para a cabeça; quatro jactos, graduados desde zero até cem graus; o vaporizador de perfumes; a fonte de água esterilizada [para os dentes]; o repuxo para a barba; e ainda torneiras que rebrilhavam e botões de ébano que, de leve roçados, desencadeavam o marulho e o estridor de torrentes nos Alpes. Nunca eu, para molhar os dedos, me cheguei àquele lavatório sem terror – escarmentado da tarde amarga de Janeiro em que bruscamente, dessoldada a torneira, o jacto de água a cem graus rebentou, silvando e fumegando, furioso, devastador. [...] Fugimos todos, espavoridos. Um clamor atroou o Jasmineiro. O velho Grilo, escudeiro que fora do Jacinto pai, ficou coberto de empolas na face, nas mãos fiéis (idem, 2000, p. 104).

Algun tempo depois do terrível episódio da “água a *cem graus*”, em que saiu com severas bolhas nas mãos seu velho pajem, “Grilo”, uma nova tragédia cairia sobre o espírito desalentado do rico português, trazendo de volta o caos e o desespero na ilustre casa, para o tormento de Jacinto. O famoso fonógrafo de Edison foi o responsável, mas sem impingir sofrimento físico a alguém. Uma inofensiva voz gravada no fonógrafo, logo se mostraria terrível e exasperante, a voz do “Conselheiro Pinto Porto”. Este episódio resume o medo, melhor a “fobia” do desconhecido, ou das consequências nefastas de uma “supercivilização”. Esse era muito provavelmente um dos sentimentos que rondava, quiçá torturava a cabeça de Eça de Queiroz e de outros concidadãos, provocada pelo perigo que representava os “excessos da civilização” moderno-contemporânea. O que seria um simples encontro mudou rapidamente, alastrou-se, a ponto de tornar-se um tormento, incontrolável e desesperador, quando um dos instrumentos comprados a gosto por Jacinto, um simples fonógrafo de Edison, enguiçara, travara, para o desespero geral do anfitrião e do amigo. Entretanto, não devemos compreender o episódio como uma bobagem ou excentricidade, mas como algo real e factível, previsível, pois este mal não desapareceu, transvestiu-se apenas, e de muitos outros modos, como o que acontece hoje quando o computador trava ou é invadido por vírus e nos faz perder dados preciosos. O desespero e o sentimento de impotência, o apego exagerado às tecnologias, a escravidão à técnica do *smartphone*, por exemplo, como se fossem coisas inatas ou extensões do próprio corpo, os fones de ouvido que levam passivamente à surdez, não seriam fenómenos modernos semelhantes?

Pois, numa doce noite de S. João, o meu supercivilizado amigo, desejando que umas senhoras parentas de Pinto Porto (as amáveis Gouveias) admirassem o fonógrafo, fez romper do bocarrão do aparelho, que parece uma trompa, a conhecida voz rotunda e oracular:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

Mas, inábil ou brusco, certamente desconcertou alguma mola vital – porque de repente o fonógrafo começa a redizer, sem descontinuação, interminavelmente, com uma sonoridade cada vez *mais* rotunda, a sentença do conselheiro:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

Debalde Jacinto, pálido, com os dedos trémulos, torturava o aparelho. A exclamação recomeçava, rolava, oracular e majestosa:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

Enervados, retirámos para uma sala distante, pesadamente revestida de panos de Arrás. Em vão! A voz de Pinto Porto lá estava, entre os panos de Arrás, implacável e rotunda:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

Furiosos, enterrámos uma almofada na boca do fonógrafo, atirámos por cima mantas, cobertores espessos, para sufocar a voz abominável. Em vão! Sob a mordacha, sob as grossas lãs, a voz rouquejava, surda, mas oracular:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

As amáveis Gouveias tinham abalado, apertando desesperadamente os xales sobre a cabeça. Mesmo à cozinha, onde nos refugiámos, a voz descia, engasgada e gosmosa:

– *Quem não admirará os progressos deste século?*

Fugimos espavoridos para a rua (QUEIROZ, 2000, p. 100).

A crítica de Eça de Queiroz à ciência e tecnologia, na verdade, é uma das flechas desferidas pelos escritores do estilo realista à classe burguesa, dominada pelo luxo, falsidade, superficialidade e intelectualismo utópico e romântico. Fugir da realidade através da técnica, como Jacinto, do imaginário e da fantasia exaltadas, originadas do movimento romântico era uma prática comum. Esses hábitos, atitudes e comportamentos distanciavam a burguesia dos problemas reais que espocavam na sociedade. Um instrumento crítico da literatura realista, muito bem elaborado e aplicado por Queiroz à civilização moderna, consistia em dissecar a psique humana, revelando o homem como verdadeiramente era, deveria ser e viver, sem máscaras (personas) e subterfúgios, uma franca oposição aos erros provocados pelos excessos extremados do subjetivismo e utopia romântica. A Primeira Guerra Mundial logo revelaria que a utopia romântica estava equivocada e que os temores “científicos” de Queiroz não eram atemporais ou infundados, pois pela primeira vez na história o mundo assistiria atônito o perverso atrelamento da ciência e da tecnologia aos interesses do poder dominante económico, político e ideológico. Esta realidade, negada ou camuflada pelos industriais, banqueiros, grandes comerciantes, e governos, enfim, pela burguesia capitalista, mereceu também críticas da “Sétima Arte”.

As crises psicossociais do trabalho foi o tema escolhido por Charles Chaplin, no filme *Tempos Modernos* (1936), representado e dirigido por ele próprio, há quase cem anos. Através do emblemático e genial personagem, engraçado, mas crítico e problematizador, “Vagabundo”, Chaplin ironiza a vida na sociedade, o que equivale dizer da civilização moderna da primeira metade do século XX. O objecto de análise da película é a vida dos operários de uma fábrica capitaneada pelo sistema capitalista moderno, alienante e excludente. Através do Vagabundo, cómica, irónica e dramaticamente, Chaplin, chama atenção para o processo de alienação, perda da individualidade e do controlo do processo de produção²⁰⁷ do trabalhador da indústria, sempre a fazer e a repetir exaustivamente a mesma tarefa todos os dias. De tanto seguir as mesmas regras e normas na vida do trabalho industrial, o Vagabundo “perde gradativamente a *individualidade*” (*alienação*) adoece e transforma-se num “apertador de parafusos”, processo obsessivo-compulsivo que o controla e persegue dentro e fora da fábrica.

Modern Times [Tempos Modernos, *no Brasil e em Portugal*] é um filme de 1936 dos Estados Unidos do cineasta Charles Chaplin, em que o seu famoso personagem “O Vagabundo” (*The Tramp*) tenta sobreviver em meio ao mundo moderno e industrializado. É considerado uma forte crítica ao capitalismo, stalinismo, nazifascismo, fordismo e ao imperialismo, bem como uma crítica aos maus tratos que os empregados passaram a receber durante a Revolução Industrial.

Nesta película, Chaplin, quis passar uma mensagem social. Cada cena é trabalhada para que a mensagem chegue verdadeiramente tal qual seja. E nada parece escapar: máquina tomando o lugar dos homens, as facilidades que levam a criminalidade e a escravidão. O amor também surge, mas surge quase paternal: o de um vagabundo por uma menina de rua (https://pt.wikipedia.org/wiki/Tempos_Modernos, s/d., p. 1).

Obrigado a vender a única riqueza que lhe restara, a *força de trabalho*, parte irrisória comparada ao produto final da riqueza produzida (a exploração da *mais-valia* à filosofia de Karl Marx), o proletário acaba por se transformar em um sujeito sem consciência e vontade. Com o tempo acaba por se transformar numa mera peça ou “engrenagem do sistema de produção capitalista”. Deste modo, o trabalho torna-se cansativo, monótono, repetitivo, automatizado, desinteressante e sem sentido. O mercado de trabalho actual parece diferente da época de Chaplin, porque exige profissionais polivalentes com conhecimento de todo o processo laboral. Na educação, exige-se um professor com qualidades multifuncionais: dominar libras (linguagem de surdo-mudo), conhecimento de técnicas de inclusão educacional, de laboratório, edição de áudio e vídeo, pleno domínio de informática e assim por diante. Isto é uma falácia, pois, o profissional continua a exercer a mesma actividade alienante de antes, pior, com baixos salários, perda de direitos e maior exploração, características do capitalismo neoliberal globalizado. A “polivalência” do trabalhador, da indústria ou não, obriga-o a exercer actividades diversas, o que aumenta responsabilidade, multiplica deveres e amplia funções. No final, continua a ser um mero instrumento de exploração e exclusão do sistema de produção capitalista, para

²⁰⁷ O que não acontecia no sistema de produção fabril, a fase inicial ou primitiva da revolução industrial, onde o trabalhador dominava todo o processo de produção, da fiação à produção do tecido, no caso das oficinas de tecelagem.

diminuir custos e aumentar os lucros finais da produção. Acaba também por se transformar num “mero e obcecado apertador de parafusos”, como denuncia Chaplin, em “mero e obcecado apertador de parafusos”, como denuncia Chaplin através da 7.ª Arte por intermédio de seu eterno, memorável e imortal personagem, o “Vagabundo”.

Em à “civilização” de Eça de Queiroz, percebe-se que o conto tem um desfecho inusitado, pois Jacinto não tem um fim trágico, vítima de acidente ou suicídio, como Ana Karenina do romance de Liev Tolstói. Também não é trancafiado num manicómio, como João Bacamarte do romance realista de Machado de Assis. Ao contrário, liberta-se, tornando-se uma pessoa, até onde é possível, feliz. Como? Deixando de ser “supercivilizado” (sem “os excessos de civilização”), isto é, reconciliando-se com a natureza²⁰⁸, por exemplo, desfazendo-se dos excessos, do luxo, pomba, mesmo da tecnologia que o cerca, que representa o medo que Eça e contemporâneos tinham da tecnologia ou daquele vasto e estonteante horizonte desconhecido.

Mas o que levou Jacinto a mudar assim tão radicalmente, se parecia manietado a todos aqueles materiais, que julgava, não apenas civilizado, mas também indispensável? Uma desastrosa viagem a uma propriedade entre as serras, no interior de Portugal, Torges, pertença aos Jacintos desde limiar do século XV, foi a responsável pela “metamorfose de Jacinto”. Antes da viagem, preparada com desusado tédio, Jacinto despacha um enorme e variadíssimo aparato de coisas, de utensílios de cama e mesa, talheres, colchões, almofadas, aparelhos tecnológicos, iguarias exóticas, livros, jornais, enfim, tudo que pudesse suprir-lhe do mínimo de civilização possível naqueles ermos e solitários sítios. Entretanto, uma inesperada fatalidade muda radicalmente os planos, pois a carga não chega à estação ferroviária próxima à propriedade dos Jacintos, perdendo-se completamente, a obrigar Jacinto a viver sem os mínimos requintes de civilização. Entretanto, pela primeira vez desde a mocidade, Jacinto começa a examinar o mundo sob novas lentes, menos amargas e tediosas, ora pelas belezas geológicas, da flora e fauna que se abriam, singelas, mas majestosamente, à visão do personagem, ora por experimentar o prazer da vida mais simples natural. No transcurso a Torges, a beleza do cenário, assemelhada ao Jardim do Éden, surpreende Jacinto; e tantas são as belezas que o faz exclamar, pela primeira vez desde que adoptara a companhia do pessimismo, uma doce e agradável frase: “Ah! que beleza!”.

Quem pode dizer a beleza das coisas, tão simples e inexprimível? [...] Os espertos regatos riam, saltando de rocha em rocha. Finos ramos de arbustos floridos roçavam as nossas faces, com familiaridade e carinho. Muito tempo um melro nos seguiu, de choupo para castanheiro, assobiando os nossos louvores. Serra bem acolhedora e amável. [...] Ah! que beleza! (QUEIROZ, 2000, 118-109 pp.).

Para o movimento realista literário, ao qual Eça de Queiroz é um dos maiores representantes, a principal causa ou a pior doença do homem civilizado, “morador das capitais”, é o completo isolamento da natureza, e o retorno à “*naturalidade* (realidade) perdida”, a cura. Para os realistas, todos somos parte da natureza, negar isto é negar a nós próprios. Natureza (*Naturans*, *Physis*) é Unidade (o

²⁰⁸ O “afastamento da realidade”, daí o nome “realismo” para o movimento modernista, explicava parte dos males do excesso de civilização.

Universo, o número Um de Pitágoras), união, integração, da parte com o Todo, “*creatura e Creador*”; cidades, principalmente os grandes centros industriais urbanos, parte, separação, desintegração, irrealidade.

O homem nas capitais pertence à sua casa, ou, se o impelem fortes tendências de sociabilidade, ao seu bairro. Tudo o isola e o separa da restante Natureza – os prédios obstrutores de seis andares, a fumaça das chaminés, o rolar moroso e grosso dos ônibus, a trama encarceradora da vida urbana [...] Mas que diferença, num cimo de monte, como Torges! Aí todas essas belas estrelas olham para nós de perto, rebrilhando, à maneira de olhos conscientes, umas fixamente, com sublime indiferença, outras ansiosamente, com uma luz que palpita, uma luz que chama, como se tentassem revelar os seus segredos ou compreender os nossos. [...] E é impossível não sentir uma solidariedade perfeita entre esses imensos mundos e os nossos pobres corpos. Todos são obra da mesma vontade. Todos vivem da acção dessa vontade imanente. Todos, portanto, desde os Uranos até aos Jacintos, constituem modos diversos de um ser único, e através das suas transformações somam na mesma unidade (QUEIROZ, 2000, p. 114).

Apartado das excentricidades e futilidades da sociedade moderna Jacinto sofre uma verdadeira revolução, no carácter, pensamento, emoções, sentimentos, hábitos e costumes. Porém, ele não elabora mentalmente (lógica e cientificamente) as coisas, apenas “as sente”. A extraordinária transformação, contudo, não fora obra da ciência ou da filosofia, mas de uma “mudança íntima”, na essência, e não na aparência. Foi uma “reconciliação com a alma”, “reencontro com o ser”. Naquele isolado recanto perdido entre as serras, paulatinamente Jacinto começa a apreciar coisas simples, como a vida campestre, até então ausentes ou indiferentes, como deitar-se em “duas enxergas postas no chão, a um canto com duas cobertas de chita” (idem, *ibidem*, 2000, p. 115), saborear deliciosos repastos sem requinte e ornamentação, encantar-se com o colorido do vinho deitado numa velha e surrada caneca, espreitar o tremeluzir das estrelas, enxergar claramente a Vésper diamantina. “Jacinto nunca considerara bem aquela estrela – nem assistira a este majestoso e doce adormecer das cousas”. Essa suave realidade soava “para ele como iniciações” (2000, p. 112). Aqueles mágicos dias operam verdadeiro milagre no personagem, a ponto de descobrir a vida naquele ermo “casarão de serra”, lá fixando moradia com um mínimo de coisas civilizadas para viver, como vidraças novas no solar, cal nas paredes. [...] O narrador da história fica atónito ao reencontrar o personagem principal, totalmente mudado, renovado. Jacinto parece-lhe outro, como “reencarnado”, como assinala o amigo, de volta de Guiães, dias depois de deixá-lo aparentemente desconsolado. Muito pelo contrário, pois o que vê é um homem com passos seguros, pisar forte, erecto, sem corcovar, com um semblante tranquilo de quem sente a vida mais leve, simples e natural, ou seja, passa a viver “menos civilizadamente”. Eis como magistralmente o autor descreve o “novo Jacinto”:

Sobre a sua palidez de supercivilizado, o ar da serra ou a reconciliação com a vida – tinham espalhado um tom trigueiro e forte que o virilizava soberbamente. Dos olhos, que na cidade eu lhe conhecera sempre crepusculares, saltava agora um brilho de meio-dia, decidido e largo, que mergulhava francamente na beleza das coisas. Já não passava as mãos murchas sobre a face – batia com elas rijamente na coxa. [...] Que sei eu? Era uma reencarnação. E tudo o que me contou, pisando alegremente com os sapatos brancos o soalho, foi que se sentira, ao fim de três dias em Torges, como desanuviado, mandara comprar um colchão macio, reunira cinco livros nunca lidos, e ali estava. [...] Para todo o sempre (idem, *ibidem*, p. 118).

E na sua casa de Lisboa, por desuso, os aparelhos e as máquinas supercivilizadas de Jacinto, ficaram a pegar pó, reduzidos “num montão negro de ferragens, rodas, lâminas, campainhas, parafusos” (2000, p. 122). Calaram-se “o telefone, o teatrofone, o fonógrafo, e outros aparelhos, tombados de suas peanhas, sórdidos, desfeitos, sob a poeira dos anos” (p. 122). Eis aí a “filosofia do realismo”, seu “psicologismo” (no bom sentido), que evidentemente não pode ser encarada como uma verdade absoluta, posto não ser isto filosofia, ciência ou arte, no sentido livre da palavra. De bom senso, não se deve negar, contestar ou pensar em destruir ciência, técnica, tecnologia ou instituições, o que precisa, e esta era a recomendação de Eça de Queiroz, acabar com os excessos: “De resto, que importa bendizer ou maldizer da vida? Afortunada ou dolorosa, fecunda ou vã, ela tem de ser vivida” (2000, p. 120), mesmo por que:

Na terra tudo vive – e só o homem sente a dor e a desilusão da vida. [...] É no máximo da civilização que ele experimenta o máximo de tédio. [...] A sapiência, portanto, está em recuar até esse honesto mínimo de civilização, que consiste em ter um tecto de colmo, uma leira de terra e o grão para nela semear. Em resumo, para reaver a felicidade, é necessário regressar ao Paraíso – e ficar lá, quieto, na sua folha de vinha, inteiramente desguarnecido de civilização, contemplando o anho aos saltos entre o tomilho, e sem procurar, nem com o desejo, a árvore funesta da Ciência! *Dixit!* (*Ibidem*, p. 120).

E assim passaram os anos, após o registo de Eça de Queiroz. Neste íterim, o homem foi gradativamente perdendo o medo da ciência, e passou a confiar mais na técnica, mas nem por isso a humanidade cresceu moralmente, muito pelo contrário, e aí está para provar os “Gigantes da Indústria”²⁰⁹, que apresenta personagens famosos da história do capitalismo moderno-contemporâneo: Cornelius Vanderbilt, Andrew Carnegie, John D. Rockefeller, Edison, J. P. Morgan. Dessa forma, apesar do conforto, prazer e demais consequências do crescente e entusiástico progresso da sociedade moderna, decantado, larga e eufemisticamente na *Belle Époque*, os problemas da civilização moderna agravam-se, gerando, no século XX, dois grandes conflitos altamente beligerantes e universais, a Primeira e Segunda Guerra Mundial. Os problemas da sociedade moderno-contemporânea são alvo

²⁰⁹ Documentário histórico, apresentado pelo channel History, da formação do capitalismo industrial contemporâneo norte-americano, período assinalado pela Revolução Científica na metade e fim do século dezanove.

de denúncia de uma das mais vibrantes criações culturais da era burguesa, o Modernismo: movimento de cultura universal de vanguarda, de forte impacto, pleno de reverência e de máxima rebeldia, de ruptura radical de estilos e ideias (regras estéticas), de contestação social, moral, política e cultural, não restrito à arte e à arquitectura, pois que extenso a vários outros sectores, sociais, económicos e tecnológicos.

No Brasil, os modernistas contestaram os modelos artísticos tradicionais (pintura, escultura, poesia, arquitectura²¹⁰), a cultura, a estrutura social, o modelo económico e político, as instituições e os valores, tendo uma contribuição decisiva na criação da identidade cultural da nação brasileira, com forte teor nacionalista. No Brasil, o modernismo surgiu com a famosa “Semana de Arte Moderna”, de 1922, com Tarciza do Amaral, Anita Mafalti, Mário de Andrade, Lasar Segall, Víctor Brecheret, Alfredo Volpi e Vinícius de Moraes. Foi um tremendo escândalo, ousadamente declarado como uma “bofetada no gosto do público”. Estes autores, à procura de uma arte genuinamente nacional, revolucionaram a cultura brasileira, mas sem serem radicais em aspectos tradicionalmente importantes, além do que souberam conjugar a contribuição cultural do estrangeiro com o espírito nacional. Todavia, por razões culturais, estéticas, políticas e ideológicas, preocupados com a construção de um modelo de arte mais harmonizado à realidade brasileira, os escritores modernistas do Brasil não deram muita atenção à crítica epistemológica, ao contrário dos escritores portugueses.

Fiéis à tendência mundial, os estetas portugueses do movimento modernista, de igual maneira que os realistas, retrataram com fidelidade o “espírito da época”²¹¹. Os escritores, porém, como no movimento anterior, beneficiaram-se dos recursos tecnológicos disponíveis na época, como a máquina de escrever, o mimeógrafo, o telégrafo, telex, o telefone e a vitrola, mas sem deixar de criticar e ironizar, de forma ousada, abusada, debochada, irónica ou anarquicamente, a técnica e a ciência vigentes, na primeira e segunda metade do século XX.

Na perspectiva da crítica do modernismo português, a associação negativa da ciência com a técnica moderna, com a indústria e as outras instituições da sociedade contemporânea, não passou também despercebido a outro luminar das letras portuguesas, o poeta, prosador e crítico. Estamos a falar do principal destaque da língua portuguesa e também universal, ou seja, de Fernando António Nogueira

²¹⁰ Na arquitectura o Brasil teve os arquitectos, Oscar Niemeyer e Lúcio Costa, que redesenharam a arquitectura brasileira no estilo racionalista e funcionalista, de formas geométricas definidas, sem ornamentos, com pilotis, para liberar espaço sob o edifício, e outras novidades.

²¹¹ O introdutor do movimento modernista literário brasileiro foi o escritor de São Paulo Mário de Andrade, com o lançamento do iconoclasta romance “Macunaíma”: um anti-herói, “um herói sem carácter”, um índio, representação irónica do povo brasileiro. O romance mostra predilecção por São Paulo, centro económico do país, e pelas máquinas. As máquinas não simbolizam apenas a força da indústria do estado paulista, mas a burguesia industrial, que ascendia ao poder no lugar da velha classe social dos grandes produtores rurais.

Pessoa²¹², individualmente ou por intermédio de heterónimos²¹³. Sua obra segue o movimento literário modernista, iniciado com a publicação da revista *Orpheu* em 1915, com uma diversa, ousada e irreverente produção, influenciada por tendências estéticas vividas na Europa, e a relação com a crise de valores e rebaixamento moral citadinos da sociedade burguesa em geral, e portuguesa em particular.

A sociedade portuguesa vivia uma situação de crise aguda e de desagregação de valores. Os modernistas portugueses respondem a esse momento, deixando atrás o acanhado meio cultural português, entregando-se à vertigem das sensações da vida moderna, da velocidade, da técnica, das máquinas. Era preciso esquecer o passado, comprometer-se com a nova realidade e interpretá-la cada um a seu modo. Nas páginas da revista *Orpheu*, esta geração publicou uma poesia complexa, de difícil acesso, que causou um grande escândalo naquela época. [...] O rompimento com o passado, o carácter anárquico, o sentido demolidor e irreverente, o nacionalismo com múltiplas facetas – o nacionalismo crítico, que retoma o nacionalismo em uma postura crítica, irónica e questiona a situação social e cultural do país, e o nacionalismo ufanista (conservador), ligado principalmente às posturas da extrema-direita (https://pt.wikipedia.org/wiki/Modernismo_em_Portugal, s/d., p. 1).

Em *A ciência* e *Ode Triunfal*, Fernando Pessoa brada veemente contra a forma pela qual a ciência e a técnica eram praticadas nas décadas de vinte e trinta do século passado. Neste e em outros poemas, Pessoa, opõe-se, melancólica, irónica ou bombasticamente, como podemos verificar, no genial poema “Poema em Linha Reta”²¹⁴, à crise moral e política vigente no início de século vinte, de Revolução Russa e Primeira Guerra Mundial. Nos dois poemas *Ciência* e *Ode Triunfal*, Fernando denuncia, a degeneração da sociedade, cujos males tinham também a ciência, técnica e máquinas como origem, responsáveis pela destruição da maior conquista do *Homo sapiens*, a da sua “alma *creativa*” (*póiesis*); e, por extensão, da *espontaneidade* ou da sua liberdade de fazer escolhas (*historicidade*), atributo *innatum* da espécie humana.

No primeiro poema, *A ciência* (Poesias inéditas), Fernando Pessoa relaciona a supervalorização do paradigma científico (*cientificismo*) em relação aos demais saberes, pensamentos, metodologias e

²¹² Fernando Pessoa, nome que o imortalizou, nasceu e morreu em Lisboa (1888-1935), foi um dos maiores poetas e geniais escritores de Língua Portuguesa e da Literatura Universal, comparado a Luís Vaz de Camões. Além de escritor foi tradutor, crítico literário, empresário, editor, comentador político, jornalista, inventor, publicista (especialista em direito público), publicitário e astrólogo. Poeticamente escrevia em seu nome ou através de *personalidades múltiplas*, os *heterónimos* (Alberto Caeiro, Ricardo Reis, Álvaro de Campos), objecto de profundos estudos a respeito de sua vida e obra. Morreu aos 47, provavelmente de pancreatite aguda. Harold Bloom o considerou como um dos 26 maiores escritores mundiais, não somente da língua portuguesa.

²¹³ Emprego de nome imaginário ou diferente, iniciativa comum a certos homens de letras que emprestam a certas obras de sua autoria, “atribuindo a esse autor por ele criado qualidades e tendências literárias próprias, individuais, diferentes das do criador” (FERREIRA, s/d., p. 751).

²¹⁴ Há aqui uma curiosa antecipação à ontologia e psicologia existencial de Jean-Paul Sartre. No “divã da consciência” o poeta português faz um “autoexame (inventário ontológico) de si mesmo”. De modo simples, sentido e sincero, Pessoa expõe uma grave, embora mascarada ou camuflada, ferida da civilização contemporânea, que leva o Homem à contramão do ser, a “de mentir a si próprio”, doutrina da *má-fé* (SARTRE, 1966). Diferente de um exército de contemporâneos, “campeões em tudo”, Fernando não é capaz de se enganar, pois “sente”, como poucos, que “nada escapa à consciência”.

ideias não fundamentadas nas ciências experimentais ou empíricas. Esse reducionismo epistemológico e metodológico produziu cultura, educação, riqueza, arte, poder e dilatado progresso, não a todos evidentemente, porém, foi responsável também pelo empobrecimento e artificialidade da vida contemporânea. Os dois poemas clamam pela necessidade de um retorno à “natureza interior”, como fez Eça de Queiroz em relação à natureza exterior (*natura naturans* de Espinoza), à *interioridade*, ao ser, pois que o Homem – ou a *alma humana* (*natura naturata*) – vale mais que a ciência, a técnica e a fábrica: como “aquela mulher que trabalha [...] santa em sacrifício”.

Em *A Ciência* encontra-se uma tensa e pesada censura à ciência, que, apesar de racional (apesar de usar a razão, seu fundamento está limitado ao método científico), sistemática e metódica, não é absoluta ou espontânea, posto que seu conhecimento, particular e contingente, fixado ou delimitado aos factos e à experiência. Dramática e majestosamente, escreve Pessoa, que a ciência é “nula e vã”, pois embota a razão ou a capacidade de pensar (livre e independente), cerceia as emoções (fonte, base ou origem da *criatividade*), reprime os sentimentos, anulando, enfim, a “alma”:

A CIÊNCIA, a ciência, a ciência [...] / Ah, como tudo é nulo e vão! / A pobreza da inteligência / Ante a riqueza da emoção! / Aquela mulher que trabalha / Como uma santa em sacrifício, / Com tanto esforço dado a ralha! / Contra o pensar, que é o meu vício! / A ciência! Como é pobre e nada! / Rico é o que alma dá e tem (PESSOA, in: <http://www.jornaldepoesia.jor.br/fpessoa11.html>).

Pela carga psicossocial, filosófica, política e ideológica, o segundo poema, *Ode Triunfal*, é mais subtil, mas nem por isso menos incisivo e contundente. A verve poética aborda a tecnologia. Capitaneado pela “fúria das máquinas”, metáfora para os sentimentos e atitudes negativas que ideologicamente acompanham o capitalismo, gerador de comportamentos estranhos e contraditórios, antíteses à natureza interior (a *idea*, o *ens immobile* de Platão e Aristóteles). Este poema denuncia o artificialismo, a superficialidade e frieza da técnica moderna, força essa proporcionada pelas lâmpadas, máquinas, rodas e engrenagens, assemelha-se, dialecticamente, ao “canto das sereias”, fascinante, arrebatador, mas “devorador”. A estrofe começa por uma bela e assustadora visão, a “dolorosa luz das grandes lâmpadas eléctricas da fábrica”, que estimula o poeta a escrever febrilmente. Nas entrelinhas é possível inferir ou fabular (uma das maravilhas da arte literária) que estas belezas artificiais não levam a nenhuma apoteose estética conhecida. As “luzes da fábrica” é uma experiência dialecticamente forte e avassaladora, contudo, tensa e confusa, diferente, da sensação provocada no artista pela beleza (*to kaló*) de uma flor, de uma paisagem, de um pôr-do-sol deslumbrante ou do misterioso sorriso da Monalisa. Estas belezas naturais levam o pintor a gravar imagens na paleta, o músico a compor e a tocar e o poeta a poetar. A “dolorosa luz das grandes lâmpadas eléctricas da fábrica” exprimem também o poder absurdo e tirânico da maquinaria, espécie de títere do poder económico, político e ideológico sobre o homem moderno-contemporâneo. Na visão poética do heterónimo Álvaro de Campos as “grandes luzes da fábrica”, as “rodas” e as “engrenagens”, simbolizam, em resumo, a álgida tirania do empirismo moderno-contemporânea, exercido sobre a sociedade e a existência humana. Este paradigma sufoca, anula, aliena e cerceia a razão (não a “razão científica”, mas aquela que permite a livre criatividade, próprio do inventor, poeta, escritor ficcionista, etc.), aprisiona a emoção, tiraniza os

sentimentos e tolhe a liberdade. No final do poema o poeta expõe parte da alma humana dominada e devastada pela técnica, a ponto de aspirar o “poder de exprimir-se como um motor”, dotando-se da “completude das máquinas”, com a capacidade de ser *triumfal* como um “automóvel último tipo”.

O grau de reflexão, *en aberto*, das licenças poéticas do grande poeta português Fernando Pessoa e o heterónimo Álvaro de Campos reaparece novamente no segundo poema, *Ode Triunfal*. Neste, do mesmo modo que leva à *metafísica* – de idealizar-se “possuir a *completude das máquinas*”, ser “passento às coisas”, precipita-se rapidamente no *realismo*: da limitação e impotência humana ou por não poder “embeber-se nas substâncias, “ser ‘passento’” às coisas. Ou seja, de ter a capacidade de penetrar, sentir ou compartilhar do cerne, da natureza íntima (*essência*, ideia principal) de todas as substâncias, essenciais (“perfumes de óleos e calores”) ou rígidas (“carvões”). “Possuir e ser possuído por todas as coisas”. Como “metafísica”, entenda-se a capacidade de “pensar ou idealizar possibilidades”, transcendendo-se à concretude das coisas, da ciência, das máquinas, por exemplo, porém sem se perder completamente na pura imaginação, coisa que Fernando nunca o faz. Quando um “poeta metafísico” imagina-se voar, pode pensar em várias máquinas ou mecanismos, reais ou imaginários, de um moderno jacto a um disco voador, mas nunca como Ícaro, objecto consagrado da mitologia. Temos aqui outra faceta da genialidade literária de Fernando Pessoa, pois, se a criação estética, poética principalmente, é capaz de ir além das coisas físicas ou do *hic et nunc*; através da magia da imaginação, neste momento, a estética (*aisthetiké*) dá lugar à metafísica (*metà tà physiká*, algo que se encontra além da materialidade ou das coisas físicas). Em outras palavras, Pessoa não mergulhou de cabeça no universo mágico da “epifania poética”, como os Irmãos Grimm, que fizeram das “Estórias da Carochinha” alvo de análises morais da sociedade e costumes medievais, e o grande Luís de Camões, que transformou as viagens portuguesas numa belíssima saga mitológica, ou na utopia científica de Júlio Verne. Na obra, *Vingt mille lieues sous les mers*, por exemplo, fez do capitão Nemo porta-voz de suas ideias futuroológicas sobre a electricidade.²¹⁵ Pessoa não vislumbra a possibilidade desse salto científico, pois na época em que vivera ciência, técnica e tecnologia não eram sonhos ou possibilidades, mas realidades concretas e incontestáveis, diferentemente do período de Camões, Eça, Verne e outros.

Pessoa, conhecedor como ninguém da alma humana, sentiu na pele a crueza do mundo, sinalizada pelo luzir das lâmpadas eléctricas, o ronco do motor, o correr das rodas e o ranger das engrenagens. [...] Esta realidade não lhe permite, à nossa análise, transcender-se à dura realidade, da luta pela sobrevivência, e à “luta de classes”, a ponto de “imaginar-se colado às coisas”. Além da denúncia dialéctica, a imaginação do pensador e poeta Fernando Pessoa foi capaz de grandes e memoráveis

²¹⁵ Jules Gabriel Verne (1828-1905) inspirou escritores, cientistas e inventores alguns dos quais materializaram suas ideias visionárias, caso do engenheiro e inventor brasileiro Alberto Santos Dumont (1873-1932). Enquanto que em outros países Santos Dumont não passa de ilustre desconhecido, Brasil e França o têm como o “pioneiro da aviação”, ou como o primeiro homem a elevar do solo um objecto mais pesado que o ar sem ajuda de elementos externos. A “paternidade do avião” é uma daquelas polémicas da historiografia científica onde o fiel da balança pende sempre para lado dos poderosos. Os Irmãos Wright (Wilbur e Orville) são reverenciados como os “pais da aviação”, mas o aeroplano dos ilustres americanos não levantava voo sozinho e precisava ser lançado por catapulta. Acoplando um motor a explosão, movido a petróleo a um dirigível o mineiro Santos Dumont deu dirigibilidade aos balões, tornando factível o sonho de Ícaro. Inventou o Balão a gás de pequeno porte, nomeado de Brasil, que revolucionou a arte de construir aerostatos, o relógio de pulso, e em 1906, fez o primeiro avião levantar voo e aterrisar com segurança. Inventou também um aeroplano que revolucionaria a aviação, o *Demoiselle*.

saltos, entretanto, sem se perder jamais nesse feérico mundo, como faziam os românticos, que acabavam confundindo realidade e fantasia. Mergulha, mas não se afoga nessa matéria. Neste instante, o poeta, o vate²¹⁶, tal qual Creonte, o “delirante poeta da antiga Grécia”, período que equiparava o poeta ao profeta, ao oráculo (*pitonisa*, *píton*), sensível hoje, a exemplo de Homero, Hesíodo, Agatão, Erina, Safo, Ésquilo, Sófocles e mais 69 poetas e poetisas, troca de lugar com o filósofo.

Nas duas primeiras estrofes, o poeta descreve os “fantasmagóricos” efeitos da técnica, a começar pela luz eléctrica das fábricas – espetáculo admirável e trágico ao mesmo tempo igualmente “belas e dolorosas” – que febrilmente o estimula a escrever, entretanto, como uma “fera para a beleza disto”, quase que maquinalmente; entretanto, sem perder, é claro, a sensibilidade, a consciência, o autocontrole. A crítica faz menção à ilusão humana de julgar-se sempre no controlo, sem dar conta de que a ciência, a técnica, a máquina, enfim, que o regime, o sistema, que verdadeiramente dão as cartas na sociedade e dirige nossas vidas. Mais adiante o poeta continua a descrever como se sente em relação a isto tudo e se vê perdido, cantando tudo “com excesso”. Os benefícios da ciência e da tecnologia são evidentes, de fazer inveja às gerações pré-modernas, “totalmente desconhecida dos antigos”. O “excesso” é a tônica de nossos tempos, de viver tudo intensamente, qualidade que somente as máquinas podem ter, não nós, meros mortais, feitos à imagem e semelhança do carbono, logo frágeis, e não forjados a sílica, qual “reptilianos racionais”, ou de puro aço, igualados às pontes, edifícios, “máquinas”.

Podemos inferir também, que o estonteante fascínio proporcionado pela tecnologia resulta do prazer, conforto e demais gozos proporcionados, mas que nos faz viver (falsamente) como “rodas e engrenagens” (“ó rodas, ó engrenagens, r-r-r-r-r- eterno”)? O pior é porque não nos damos conta disso, como se fizéssemos parte de um “grande maquinário”, ganhando em troca, prazer, êxtase, sucesso. Sim, todavia, sem darmos conta da “ruína de nós mesmos” – alienação, consumismo, automatismo, soberbia, “desnaturalização”, o ponto central da reflexão proposta por Eça de Queiroz. Este é o cerne da questão, deste, do primeiro e em de muitos outros poemas: “chamar-nos à consciência do *sentir*”, do pensar, do agir e pensar livremente, libertando-nos de sermos iguais às rodas, engrenagens, máquinas; pior, acreditarmos ser “automóveis (*smartphones* de hoje) último tipo”. Tudo é estonteante, belo, frenético, espasmódico – escrever furiosamente, “rangendo os dentes” – ante rodas e engrenagens, reflexos do que a sociedade e o homem se transformaram? Os ruídos – os “grandes ruídos modernos” –, cujos decibéis levam passivamente e prazerosamente à surdez ou à loucura sem se dar conta, intensa e desvairadamente, disto.

²¹⁶ Do latim *vates* aquele que faz vaticínio; que profetiza, que poetisa. “O poeta era considerado tradicionalmente, lembremo-nos, como o indivíduo dotado da capacidade de vaticinar. O *vate* é, como o herói Ulisses da epopeia grega, quem medeia entre mundos separados, mas secretamente unos. [...] O poeta é quem separa os dois tempos histórico e mítico para revelar a sua dialéctica transcendental” (AURETTA, 2012, p. 79).

À dolorosa luz das grandes lâmpadas eléctricas da fábrica / Tenho febre e escrevo.
/ Escrevo rangendo os dentes, fera para a beleza disto, / Para a beleza disto
totalmente desconhecida dos antigos. / Ó rodas, ó engrenagens, r-r-r-r-r-r eterno!
/ Forte espasmo retido dos maquinismos em fúria! / Em fúria fora e dentro de mim,
/ Por todos os meus nervos dissecados fora, / Por todas as papilas fora de tudo com
que eu sinto! / Tenho os lábios secos, ó grandes ruídos modernos, / De vos ouvir
demasiadamente de perto, / E arde-me a cabeça de vos querer cantar com um
excesso / De expressão de todas as minhas sensações, / Com um excesso
contemporâneo de vós, ó máquinas! / [...] Ah, poder exprimir-me todo como um
motor se exprime! / Ser completo como uma máquina! / Poder ir na vida triunfante
como um automóvel último-modelo! / Poder ao menos penetrar-me fisicamente de
tudo isto, / Rasgar-me todo, abrir-me completamente, tornar-me passento / A todos
os perfumes de óleos e calores e carvões (CAMPOS, Álvaro de, in:
[file:///C:/Users/saulo/Desktop/Jornal%20de%20Poesia%20-
%20Alvaro%20de%20Ca...](file:///C:/Users/saulo/Desktop/Jornal%20de%20Poesia%20-%20Alvaro%20de%20Ca...) s/d., 1-2 pp.).

Mesmo vivendo em épocas diferentes, os dois autores, apresentam um estranhamento em relação à electricidade e a técnica. É preciso destacar, no entanto, que no tempo Eça de Queiroz a electricidade era novidade, consequentemente, seu o controlo ainda era precário e incerto razão do medo do que negativamente poderia acontecer no futuro. No mundo de Fernando Pessoa estes problemas já estavam superados e não restava mais dúvida da importância, funcionalidade, utilidade e necessidade da electricidade. Pessoa, diferentemente de Eça, não exprime temor à electricidade, apesar de não se declarar amigo ou entusiasta da mesma, pois o que verdadeiramente lhe interessava eram as questões humanas ou humanísticas, protagonizadas pelo autêntico e verdadeiro *sentir*, deterioradas pela ciência e técnica moderna.

A obra de Fernando Pessoa intriga os pesquisadores, por se tratar também de um caso único de autor que escreve em seu nome e de outros (heterónimos). Sua poética tinha como centro a “essência do Homem”, sua alma, roubada pela dureza da vida, pela materialidade do método científico e as questões sociais e políticas, que separam radicalmente a emoção, o pensamento e o sentimento das coisas. Os dois escritores fizeram abordagens epistemológicas, à ciência e à técnica, principalmente em relação à electricidade e a mecânica. Porém, Pessoa, além de epistemológico – análise crítico-filosófica da ciência moderna – é, sobretudo, *ontológico*, pois que tem como foco o Ser, ou o “ente em sua totalidade” (Heidegger). Se a estrutura social é o que Queiroz mais chamou atenção, a psique humana foi o destaque de Pessoa. Se Eça bate impiedosamente na hipocrisia, exemplificada pela crise de valores em que vive a sociedade de seu tempo, outros males da sociedade moderna, Pessoa destrinça profundamente esse mal, e as consequências para o sujeito. A lucidez de Pessoa o faz rejeitar a falsidade, a hipocrisia, a ostentação e a mentira, inclusive aquela projectada a si próprio, ontologicamente denominada por Sartre de *má-fé*, ou à *inautenticidade* do filósofo alemão Martin

Heidegger (1889-1976).²¹⁷ A má-fé, segundo Sartre, é um acto intencional onde se mascara uma realidade, em forma de um falso e “mentiroso” “auto-desconhecimennto”. Porém, não é uma acção inconsciente, como diria a psicanálise, posto ser “uma livre escolha da própria consciência”, em que ela opta por não querer *tematizar*, analisar, cogitar ou aceitar tal ocorrência. Na verdade, ontológica e psicologicamente falando, a má-fé é uma deliberada “recusa” em que a consciência faz de determinadas acções, pensamentos, actitudes, decisões e actos. Como fuga de si mesmo, admitir uma falha traz culpa, sentimento de rejeição e dor; então a consciência prefere “ocultá-la a si mesma”.²¹⁸ Entretanto, não se trata de um acto de ignorância (*ignoratio*), de desconhecimento, mas uma “opção pelo esquecimento” – ou pelo “não sofrimento” – semelhante ao que Heráclito dizia dos homens em relação à compreensão do Logos, a mente universal ou divina que governa todas as coisas.

Ainda que tudo aconteça conforme este Logos, parece não terem experiência experimentando-se em tais palavras e obras, como eu as exponho, distinguindo e explicando a natureza de cada coisa. Os outros homens ignoram o que fazem em estado de vigília, assim como esquecem o que fazem durante o sono (Heráclito, frag. 1, in: BORNHEIM, 1998, p. 36).

Sobre Queiroz, vale dizer ainda, que a sociedade era o alvo principal do seu enfoque, ao passo que a cultura era o ponto mais visado por Pessoa. O modernista português reprovava o endeusamento que a cultura ocidental fazia em relação à religião antiga, exaltada por artistas e pensadores clássicos e românticos. Hegel, o maior filósofo do romantismo alemão²¹⁹, falava do paganismo como se ele fosse uma bênção, luz e o cristianismo maldição ou trevas. Contra os excessos de empirismo e racionalismo, Pessoa propôs uma poesia libertadora capaz de trazer de volta a *sensibilidade* perdida, pois ela não se submete ou se avassala ao método científico, e é capaz de penetrar-se em todas as coisas, na natureza e em nós mesmos. “Poetar” é “retornar-se”, “voltar-se a si mesmo”. Ontologicamente, por visar a *totalidade* (*generalidade*) e não em fragmentos do real (*particularidade*), como faz a ciência, a Poesia, no entendimento de Fernando Pessoa, é uma estrutura completa, o que a aproxima da filosofia.

²¹⁷ O existencialismo também critica a hipocrisia e os falsos valores da sociedade europeia, antes e depois da Segunda Guerra Mundial. Para alguns é uma doutrina pessimista, na qual logicamente discordará um dos seus principais representantes, o francês, Prémio Nobel de 1964, ao qual recusou, Jean Paul Sartre (1905-1980).

²¹⁸ Por ser uma *escolha*, livre, deliberada e consciente criada pela *consciência*, não pode ser considerada *inconsciente*.

²¹⁹ Os filósofos do romantismo alemão “rompem com a modernidade”, ou com o elevado papel atribuído à razão atribuído pela filosofia moderna e o iluminismo. Ao contrário da objectividade, valorizar-se-á agora o lado subjectivo: a emoção, o sonho, o sentimento, aspectos fundamentais da *irracionalidade*, antítese da racionalidade, mas que na filosofia romântica alemã é o que realmente caracteriza a alma humana. *Schopenhauer* é ainda mais radical. Para ele, o homem deixa de ser o centro do universo, conforme pensava a filosofia cartesiana, a ponto de tornar-se insignificante. A razão não caracterizará também a “totalidade da realidade”, mas uma simples parcela. Mesmo porque, não existe “racionalidade pura”, pois que estará sempre misturada a elementos irracionais – sonhos, emoções, desejos, alegria, tristeza, fantasia, dor, prazer, sentimentos, sofrimentos, etc. Consequentemente, a “certeza racional da filosofia” não passará de utopia e ilusão, pois a fatalidade e a transitoriedade é o que realmente definirá o ser humano. Este é mais um lado sombrio ou pessimista deste filósofo alemão. (Vide análise da personalidade de Jacinto, de Eça de Queiroz.)

A poesia encontra-se em todas as coisas – na terra e no mar, no lago e no rio. Encontra-se também na cidade – é evidente para mim, aqui, enquanto estou sentado, há poesia nesta mesa, neste papel, neste tinteiro; há poesia no barulho dos carros nas ruas, em cada movimento diminuto, comum, ridículo, de um operário, que do outro lado da rua está pintando a tabuleta de um açougue. [...] É que a poesia é espanto, admiração²²⁰, como de um ser tombado dos céus, a tomar plena consciência de sua queda, atônito, diante das coisas. Como de alguém que conhecesse a alma das coisas, e lutasse para recordar desse conhecimento, lembrando-se de que não era sob aquelas formas e aquelas condições, mas de nada mais se recordando (Pessoa, Pensamentos, in: FONSECA, s/d., p. 72).

Na perspectiva metafísica, podemos entender a poesia como uma extensão estética – no sentido puro do termo grego *aisthetikós*, de ampliar a sensibilidade em relação à beleza, mas não às regras, como no classicismo – do pensamento e do “sentir filosófico” do autor sobre o mundo e a si mesmo: “Tenho pensamentos que, se pudesse revelá-los e fazê-los viver, acrescentariam nova luminosidade às estrelas, nova beleza ao mundo e maior amor ao coração dos homens” (idem, *ibidem*, s/d., p. 71). Nestas palavras, formatadas dentro do que há de mais puro no campo da “imaginação ontológica” (AURETTA, 2012, p. 79), poesia, sensibilidade e filosofia se confundem inteiramente, reconciliando novamente o *pensar* com o *sentir*, separados desde o dualismo grego ao empirismo e método científico. O *sentir*, na perspectiva de Fernando Pessoa, é uma entidade mais importante do que a ciência porque não limita, cerceia ou empobrece a razão. Sentir, para Pessoa, é pura liberdade de *criação*, que rompe e transcende o domínio das fórmulas, teorias, paradigmas e equações que o método científico exerce sobre o saber humano, exercício que remete necessariamente à metafísica, ou seja, à busca da essência, do ser, *logos*, *ontos*, e do universal.

Sentir é criar. / Sentir é pensar sem ideias. [...] Sentir é compreender. Pensar é errar. Compreender o que outra pessoa pensa é discordar dela. Compreender o que outra pessoa pensa é ser ela. Ser outra pessoa é de grande utilidade metafísica. Deus toda gente.

Os sentidos são divinos porque são a nossa relação com o universo, e a nossa relação com o universo Deus (idem, s/d., p. 72).

O poeta português foi porta-voz da liberdade da criatividade literária, que impõe o rigor a métrica, da rima e demais regras, como às do soneto, à composição poética. Todavia, para melhor compreensão e apreciação da arte de Fernando Pessoa e de seus heterônimos é forçoso reforçar que o “seu *sentir*” está fora do que convencionalmente se enquadra como o “mundo dos sentidos”, ou da percepção física, objectiva. Da *doxa*²²¹ para a filosofia antiga ou da experiência científica, descritos pelas ciências da astronomia, física, química, biologia, behaviorismo, electricidade ou máquinas, mas o de ser médium

²²⁰ Relembrando, estes são os sentimentos básicos, primordiais, e essenciais para o surgimento da Filosofia, saber por excelência, *theoría* ou *epistème* (Platão e Aristóteles). À nossa análise, a poesia de Fernando Pessoa é uma belíssima “explosão de sentimentos e emoções”, mas também uma “auto-revolução filosófica”. Nota nossa.

²²¹ Relembremos que para os gregos, pré-socráticos ou humanistas, o saber por excelência era o intelectual, sinónimo de racional, nunca aquele originário dos sentidos, passivos de equívocos.

do mundo dos sentimentos. Poeticamente, Fernando Pessoa é uma espécie de Orfeu moderno, de um lirismo, subtil, especial, de tendência saudosista e nacionalista. Sem falar de outras características do modernismo, o forte teor crítico, arrastado, triste e retumbante ao mesmo tempo; às vezes anárquico, mas de quem não pretende quebrar ou impor novas regras aos homens e à civilização, a não ser o de querer demolir os limites impostos pelo pensamento científico ao conhecimento.

Se a linguagem de Pessoa é subjectiva, sua obra é dinâmica, porque o seu intento é superar a limitação do *pensamento*, para que o *sentir* (conhecimento em plenitude) possa fluir livremente, sem peias e amarras, através da poesia, mas para além da limitação do texto escrito. Assim, a “obra de Pessoa adquire uma gravidade nítida: reflecte a busca de uma saída [...] que permita transcender a fragmentação imposta, i. e., uma semiose infinita que liberte o ser do cativo do Texto” (AURETTA, 2012, p. 102). O poeta, desde sempre, é uma espécie de “terapeuta ontológico” capaz de libertar da prisão o ser que o mundo objectivo da ciência aprisionou, a exemplo do iluminismo e do positivismo, abrindo o Homem à sua interioridade, ao *inconsciente individual* (Freud), ou *colectivo* (Jung).

a fronteira que separa o consciente do inconsciente, libertando, por conseguinte, uma nova dinâmica do ser. O poeta é quem, orficamente, desce ao inconsciente a fim de recuperar os elementos do Outro que transformará a sua topografia psíquica em dinâmica textual. Pessoa transforma assim a história de uma nação em palco de imaginação ontológica; faz do carácter dispersivo e diacrónico do tempo o acto de uma imaginação unitiva (idem, 2012, p. 78).

Eça de Queiroz e Fernando Pessoa têm em comum a oposição ao paradigma do *homo machina*, da supervalorização do racionalismo cartesiano ou dos valores materiais (*tékhne*) em prejuízo do natural ou espiritual, poéticos (*póiesis*), éticos (*éthos*). A recusa do artificialismo que afasta o homem da natureza, em Queiroz, e a depreciação dos sentimentos e da emoção, da alma (*ánima*), pelo cientificismo e materialismo exacerbado, do trabalho de Pessoa, são pontos comuns, mesmo que o enfoque dum vise mais o “social” (sociedade, civilização), doutro o “pessoal”, a alma.

CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa da história da electricidade não se prendeu ao aspecto meramente formal ou descritivo, buscando, sobretudo, enfatizar a importância da electricidade, enquanto fenómeno físico-natural e também como ciência criada pelo homem, desde sua remota origem grega aos dias actuais, foi um dos principais enfoques da dissertação doutoral. Neste sentido, ao longo do desenvolvimento da pesquisa analisamos várias questões, teóricas e práticas, considerou-se então, que a complexidade dos fenómenos eléctricos, poderosos e fabulosos (um dos elementos constitutivos da fábula e do mito) não conseguiu proporcionar nenhuma chance de compreensão científica aos povos arcaicos. A aura mística, sagrada e religiosa, por séculos associada à energia eléctrica, confundida com deidades divinas e infernais, foram também alguns dos entraves à construção da ciência eléctrica, que levaria séculos para se consumir. Dentre as manifestações físicas da electricidade a que certamente mais

fascinou²²² o homem das cavernas foi o raio/relâmpago. Dialecticamente, o raio foi, e continua ainda a ser, um dos mais encantadores, instigantes, porém, amedrontadores fenómenos naturais vivenciados pela humanidade ao longo de sua jornada evolutiva no Planeta Terra. A desmistificação do raio como armas divinas ou como “manifestação do poder de Deus” (Zeus e Thor na Grécia, Escandinávia, ou a manifestação do “poder de Deus” na Idade Média), perdurou até às descobertas de Benjamin Franklin e do Abade Nollet, que provarem ser o raio um elemento físico, natural, não um ente sobrenatural.

Existia o relâmpago. E o relâmpago assustou e apavorou os homens que já não eram mais macacos, que viviam em cavernas e que estavam inventando Deus. E o relâmpago, mistério visível e inexplicável, tornou-se assim uma arma de Deus, um castigo e uma manifestação de potência divina e superior. Foi a primeira manifestação da eletricidade conhecida pelos homens; e também um mistério que deixou os homens sempre mais intrigados e curiosos, ainda que assustados e temerosos (GAROZZO, 1975, p. 130).

Procurou-se demonstrar que a Electricidade é uma das maiores invenções descritas na historiografia humana, tão importante quanto a roda, as técnicas de produzir, conservar, transportar e trabalhar o elemento ígneo, evolução que levou às modernas técnicas de fundição e à civilização moderno-contemporânea. Sem o fogo, por exemplo, o homínídeo pouco se distinguiria dos seres brutos, e dificilmente sobreviveria às feras e à natureza inóspita, principalmente nos duríssimos milénios da era glacial. De igual maneira, sem a electricidade a civilização moderna jamais existiria, ou não passaria de um sonho ou quimera. Aliás, sem a Electricidade nada, *absolutamente nada existiria*. Com a electricidade, além da ciência e da técnica, foram estimuladas e revolucionadas também a vida do homem, que se transformou completamente; por extensão, revolucionaram também a cultura, o comércio e a indústria, a educação, a economia e a política, os negócios, o poder, os interesses e as necessidades gerais e individuais, corporativistas.

Examinada por este ângulo, a electricidade deveria ter merecido um lugar exponencial na História da Ciência e da Civilização, realidade creditada somente a partir do século XVIII (academias de ciências) e XIX (universidades). A confusão dos fenómenos eléctricos com o sobrenatural, durante séculos, foi uma segura explicação, mas só isto não basta. A altíssima complexidade dos fenómenos eléctricos não seria a principal causa pela demora do reconhecimento oficial, notadamente universitária, desta singular ciência?

²²² O sentimento do “temor” é uma característica da inteligência pré-racional, animal. Mas não o “fascínio”, pois denota uma atitude de “admiração”, de busca compreensão, carácter inerente à inteligência racional, nominal, ainda que dentro dos padrões do *Homo neanderthalensis*.

A resposta deverá procurar-se, tanto, nas características físicas da electricidade como na sua própria natureza “discreta” [...] o próprio Universo é um imenso repertório da electricidade, pois toda a matéria é constituída por nucleões, ou partículas transportando cargas eléctricas –, a electricidade raramente se torna perceptível aos sentidos, com a única excepção dos fenómenos naturais, e, já como ciência experimental, do fenómeno de atracção dos corpos leves (MARIANO, 2012, 41-pp.).

No entanto, passados quase dois séculos da sua afirmação, como ciência, técnica e tecnologia, conseguiu ela, finalmente, este intento? O facto de que a maioria das pessoas mundo afora que se beneficiam da electricidade, pouco ou nada saberem de sua constituição e acção não constituem grave descaso? Enfatizar a magnitude da Electricidade e destacar sua importância enquanto fenómeno natural e da inteligência criativa (ciência) do *Homo sapiens*, e seus aspectos históricos, porém, sem perder de vista a análise crítica, que dela fez ciência e técnica de destaque, foram focos de constantes considerações e debates na dissertação doutoral.

Outra questão posta na pesquisa foi a “Relação Universal da Electricidade com todas as coisas”. Quis-se dizer com isto, que “a *electricidade é inseparável da matéria*”, pois todas as coisas ou realidades estão unidas, ligadas, desligadas e interligadas através de forças de atracção e repulsão átomo-molecular, que em essência são forças electrostáticas de natureza electromagnética que há entre as cargas eléctricas. Neste sentido, a força eléctrica ou electromagnética é “o ‘cimento’ unificador de toda a matéria”, lei universal válida para qualquer matéria presente em qualquer rincão do *Kósmos*.

O Universo é basicamente formado de matéria e energia. Compõe-se de galáxias, constelações, sistemas solares, astros, planetas, satélites, cometas, meteoros e meteoritos, partículas de pó, gases, luz, buracos negros, e por quintilhões de *electrões livres espalhados por todos os cantos e recantos do Kósmos*, resultado da *explosão primordial* (Big Bang), quando o Cosmo se formou e se expandiu, cerca de 14 a 12 biliões de anos atrás. Paralelamente ao aspecto visível do Universo, o *Macrocosmo* da filosofia antiga, há também outro Universo, o *Microcosmo*, o mundo fantástico dos vírus, bactérias, fungos, protozoários. Mas há outro ainda mais fantástico, o formado pelas moléculas, átomos e partículas atómicas e subatómicas: neutrões, protões, electrões, neutrinos, partículas alfa, beta, gama, fotões, etc. Outra descoberta revolucionária dos tempos actuais dá conta que, concomitantemente às partículas atómicas, a matéria é formada de *partículas subatómicas*, denominadas de *quarks* (existindo hoje apenas dois tipos: “para cima” e “para baixo”), e que elas são formadas, organizadas e estruturadas através de forças *electrostáticas*, logo, *eléctricas* e magnéticas.

Sabe-se hoje, que este conhecimento ainda é muito pouco frente à grandeza do universo, nada limitado como pensavam os físicos do final do século XIX, como lorde Kelvin. Por volta dos anos vinte e trinta do século passado, o conhecimento dos cientistas, físicos, químicos e astrónomos sobre a formação das galáxias, por exemplo, era muito pouco se comparado ao que hoje sabemos. Em pouco menos de cinquenta anos, a partir dos trabalhos de Edwin Hubble (1889-1953) e de outros geofísicos e astrofísicos, a astronomia evoluiu mais do que em toda a sua história. E o que é mais curioso, importante e intrigante, em tudo isto que acabamos de descrever a electricidade está presente e jamais

poderá estar fora. Esta é a constatação que o estudo e a pesquisa da História da Electricidade nos proporcionaram, porém, desde que se estenda seu estudo para além da física clássica ou newtoniana, isto é, de acordo com o estabelecido pela física quântica e a teoria da relatividade.

A pesquisa doutoral procurou fazer não somente uma descrição histórica da História da Electricidade, mas, sobretudo, uma reflexão em torno desta, bem como da História da Ciência, que em última análise é “fazer epistemologia pura”, ou seja, Filosofia da Ciência: análise e reflexão crítica da ciência e da tecnologia, e de suas respectivas histórias. A extensão da electricidade é uniformemente estável e universal, e se distribui igualmente em toda a matéria conhecida, *inanimada* (seres minerais e orgânicos) ou *viva* (simples, complexos, inteligentes ou não). Pode-se dizer sem medo que a electricidade está em toda parte, e se ela fosse um deus, certamente seria um “deus panteísta”, presente em todas as coisas e em todos os seres, animados e inanimados.

A electricidade está por todo o nosso corpo, e é ela que o faz funcionar. Há cabos eléctricos emaranhados que penetram nas profundezas do nosso cérebro; campos eléctricos e magnéticos intensos que atravessam as nossas células, impelindo nutrientes e neurotransmissores através de membranas isoladoras microscópicas; o nosso próprio ADN é governado por poderosas forças eléctricas (BODANIS, 2008, p. 221).

A filosofia, de igual sorte que a história, mereceu destaque na pesquisa doutoral. O modo de pensar e de conhecer racional, originado na filosofia, e o seu papel no deslinde da verdade (*alétheia*, *veritas*, do grego e latim: verdade oriunda dos factos ou realidade, e da palavra, discurso, livros, conceitos), bem como a exigência da reflexão e análise crítica, foram pontos de constante debate da pesquisa. Chamou-se também a atenção para a necessidade de submeter à pesquisa científica a um rigoroso trabalho de reflexão, análise, interpretação e crítica; com ponto e contraponto, onde as dúvidas e as respostas não sejam mais importantes do que os questionamentos. E que a academia – sinónimo hoje de Universidade – deveria abrir lugar “às perguntas”, ou, antes, “incentivar os alunos a perguntarem”, ao invés de “dar respostas” (ou “impor respostas”, atrevo-me também a dizer), como diz sempre o Prof. Dr. António Nunes dos Santos, Professor Catedrático deste programa doutoral?

A intrínseca, histórica e epistemológica relação da Filosofia com a Ciência foi outro assunto em relevo. Chamou-se atenção para o facto de que todos os saberes (ciência, pelo grego e latim *epistème* e *scientia*: conhecimento, saber) válidos, o saber científico, por exemplo, a se excluir evidentemente o mito, a religião e a arte, porque têm pressupostos, objectos e objectivos próprios e independentes, surgiram e permaneceram unidos à Ciência Mãe, até o nascimento da ciência moderna. Reforçou-se que ciência e filosofia têm origem comum, e que a primeira emana da segunda, e que a origem da ciência e da filosofia se confunde, razão de se recomendar, a todo pesquisador interessado na história da ciência, pesquisar também a História da Filosofia.

A Educação mereceu capítulo especial, no sentido de reforçar sua importância, não somente como meio, método ou instrumento privilegiado para a obtenção do saber, porém, como uma das maiores dádivas que a natureza pôs à disposição do homem, sem a qual, a inteligência, por mais criativa que fosse, não se sustentaria, pois não teria como transmitir o saber elaborado às gerações futuras.

Além da abordagem de questões pertinentes à situação da educação brasileira, criticamente, procurou reforçar a importância da educação, enquanto instituição, fenómeno psicológico, pedagógico, social e político. Procurou também demonstrar que a capacidade cognitiva humana, em que a razão se apresenta como algo mais importante, pouco sentido, ou força, teria se ao *Lógos* ou *Ratio* greco-romano se ela não estivesse acoplada, subtil, discreta, quase invisível, a função de ensino-aprendizado, dom inerente e único do *Homo sapiens*. Ou seja, a educação – natural, familiar, comunitária e escolar –, ao mesmo tempo em que criou a sociedade, e deu corpo à civilização humana, foi indispensável no surgimento do animal racional, além de servir de base, estrutura, para o surgimento da Filosofia, desta a Ciência.

A pesquisa relacionada à História da Electricidade em Minas Gerais esbarrou em muitos obstáculos e dificuldades, principalmente no que diz respeito à escassez de material de pesquisa. As fontes de pesquisas disponíveis, além de escassas, têm linguagem simples, tanto na perspectiva técnica quanto historiográfica, sem falar na pouca qualidade científica, mesmo porque, o público visado é menos exigente, caso dos estudantes do ensino básico ou fundamental de nosso Estado. Constata-se isto no “Espírito de Minas”, obra de Paulo Pinto Ferreira, escrita para alunos do 3.º e 4.º ano do antigo Ensino Primário de Minas Gerais, cuja linguagem, como já nos referimos, é muito simples e superficial. O autor, um entusiástico engenheiro eléctrico, queria despertar o gosto das crianças para a electricidade, fonte de progresso e desenvolvimento na década de 60 do século XX.

Obras relacionadas à história eléctrica de outros Estados brasileiros, principalmente de São Paulo, são encontradas em boa quantidade e com um pouco mais de rigor científico, mas sem a profundidade e a qualidade de algumas obras editadas em Portugal. O livro “A Energia eléctrica no Brasil”, editado pela Biblioteca do Exército Brasileiro (vide bibliografia), contém óptima descrição histórica da electricidade brasileira, com pontuações importantes e pertinentes, porém, carece de uma história geral da electricidade, o que não se verifica na maioria das obras lusitanas pesquisadas. Outro problema observado na obra é o parco olhar do autor ou autores²²³ do texto para a génese da produção eléctrica no estado mineiro, que deveria merecer pelo menos igual destaque que outros estados, pois que os primeiros passos nasceram no Estado de Minas Gerais. Não há também uma obra maiúscula que fale da história geral da electricidade ao contrário das pesquisadas em Portugal, particularmente daquelas patrocinadas e editadas pela Companhia de Electricidade de Portugal – EDP.

Publicações específicas e regulares de história da electricidade não foram encontradas. Periódicos de electrónica, caso da revista *Antenna*, há em bom número. Mas seus objectos são práticos e técnicos²²⁴. A historiografia electroelectrónica é resumida e propedêutica aos assuntos exibidos nos respectivos exemplares. A primeira edição é de 1926. Na história do rádio, em que o Brasil tem um lúdim

²²³ O editor não nomeia nenhum autor, mas tudo indica tratar-se de uma obra de autoria múltipla, e de uma editoração (formatação) muito ruim, para não dizer “sofível”.

²²⁴ Os artigos da revista *Antenna* visam normalmente a prática da electrónica e das telecomunicações, de como montar um circuito, aparelhos, a usar dispositivos, fazer reparos em rádio e TV, construir um receptor de rádio, etc. As teorias dispostas nos números ilustram o assunto, recurso didáctico para ajudar na compreensão do assunto prático proposto, como ocorreu no vol. 29, n.º 1, agosto de 1970. 8-10 pp.

representante, o religioso, cientista e inventor brasileiro, o gaúcho Padre Roberto Landell de Moura, um dos pioneiros da radiodifusão mundial, a revista apresentou várias contribuições.

País periférico, cientificamente pobre, o despertar académico pela história da electricidade é insipiente, e tem ainda longo caminho a percorrer. O interesse académico para a história da ciência, no entanto, é um crescente, pois, além das universidades que priorizaram a pesquisa, as Universidades de Campinas, São Paulo (UNICAMP), Estadual de São Paulo (USP), Federal de Minas Gerais. Nesta última, encontra-se um óptimo curso de história da ciência, ofertado pelo programa de pós-graduação da FAFICH, em especialização, mestrado e doutorado, em que um dos focos programáticos é a história da medicina, não há qualquer referência à história da electricidade.

Na História da Electricidade da Capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, o calvário é ainda maior, pois, além da escassez de material de pesquisa, há também a ausência de uma obra basilar, de maior rigor histórico ou técnico-científico. As duas coisas juntas não existem. Percebemos isto na pesquisa relacionada à geração, transmissão, e comercialização da energia eléctrica, políticas reguladoras e documentação, criação e desenvolvimento do sector eléctrico no Estado e na nova capital. Há também pouca fonte de pesquisa disponível em forma de gráfico, revistas especializadas, artigos especializados, anúncios de jornais ou fotografias²²⁵. O material de pesquisa encontrado pouco tem a ver com a historiografia eléctrica, mas sim com a História geral de Belo Horizonte. Quanto à investigação histórica, reflexão filosófica e trabalho epistemológico crítico, encontramos, no entanto, diante de um terreno muito rico e promissor, aberto a futuras investigações.

A temática foi também contemplada na perspectiva da arte literária, no julgamento que dois renomados escritores portugueses contemporâneos do século XIX e XX fizeram da ciência, mecânica e electricidade, Eça de Queiroz e Fernando Pessoa. Os literatos portugueses, fiéis ao contexto histórico vivido, descrevem problemas relacionados à ciência e técnica eléctrica. No conto *Civilização*, Eça de Queiroz, mostra-se apreensivo em relação à mudança radical que a electricidade e outras técnicas mecânicas, caso do fonógrafo de Edison, provocavam no último decênio do século XIX, afastando o homem da natureza, a causa prima dos males civilizatórios na visão do realismo. Fernando Pessoa, em dois poemas, critica o artificialismo da ciência em geral e da electricidade em particular, porém, seu exame não denota apreensão à ciência e a técnica, donde, suposta ou realmente, podemos “imaginar” em Queiroz, mas antropológico, humanista. O momento histórico em que vivera Fernando Pessoa, a civilização possuía grande conhecimento científico e amplo controlo técnico da electricidade, e não fazia mais sentido temê-la ou havê-la como malévola, mas nem por isso carecia de críticas. Esta parte da pesquisa visou demonstrar que o elemento lúdico é também importante na pesquisa historiográfica da ciência. É o momento do trabalho doutoral em que se entrelaçam o lúdico, a especulação, a reflexão e abstração, pois este é a grande função da arte na vida do homem. Esta parte do texto doutoral foi dedicada à *póiesis*, momento em que o *ente* tem a oportunidade de revelar-se em sua totalidade (Heidegger).

²²⁵ Constatação igualmente válida à filмотeca, vídeo e ao áudio-som. Trata-se de uma lacuna para específicas e futuras investigações historiográficas.

Sem qualquer sofisma, a pesquisa doutoral demonstrou que *a electricidade está activamente presente nos três os reinos da natureza (mineral, animália, plantae)*, no sistema solar, nas galáxias e em qualquer parte do cosmo, desde os primórdios. Não está declarado no Génesis que o primeiro acto de Jeová durante a *criação* foi a Luz (“fiat lux”), e luz é sinónimo de fotão (fóton), que surge do ou a partir do electrão, electricidade?

A pesquisa temática e objectal da electricidade conduziu a surpreendente conclusão: *que impossível qualquer coisa no Universo existir sem o concurso da electricidade*. Entretanto, esta constatação não é apenas física, pois várias ciências podem ser utilizadas para explicá-la, física, química, engenharia, geologia, geografia, biologia (botânica, zoologia, fisiologia, bioquímica e biofísica), fisiologia, etc. Porém, como da electricidade cuidam também algumas ciências humanas, ela passa a ser objecto da sociologia, antropologia, psicologia, política, pedagogia, e, logicamente, da filosofia. Se a abordagem dessas ciências não é objectivo, mas subjectivo, *humano*, teórico, a electricidade abre-se a múltiplas interpretações, mesmo porque, o conhecimento, em si mesmo, não é um constructo físico, mas subjectivo, uma construção e interpretação da mente humana.

Isto tudo nos remete ao tempo que a Filosofia e a Ciência eram a mesma coisa, que uma remetia a outra, sem exclusão, mas complementação. Galileu, por exemplo, foi apenas um físico, mas, sobretudo, um “filósofo”, especializado em questões naturais, entretanto, diferenciava-se do modelo de físico-matemático moderno, de Newton e posteriores. As obras de Galileu contêm um belo discurso, muito do qual é dedicado ao pensamento, à análise e reflexão, em que a física e a astronomia não são a coisa mais importante, onde o discurso físico também cede lugar a ilações filosóficas, este foi o caso de sua primeira obra científica, o *Sidereus Nuncius*. De qualquer forma, o grande alvoroço, as críticas e as represálias sofridas pelas descobertas astronómicas de Galileu levaram-no a defender sua doutrina, principalmente dos ataques da Igreja, também com argumentos filosóficos.

Assim sendo, Galileu Galilei, considerado o “pai da ciência moderna”, descobriu a presença da matemática em todos os corpos e locais do universo: órbitas planetárias, num corpo que cai, na geometria dos animais e vegetais, na estrutura microscópica da neve, numa bala de canhão disparada, etc. De posse desta constatação, cujo raciocínio chegou por intermédio da *indução* (do *particular ao geral*), método lógico oposto ao medieval, *dedução* (inverso da indução), Galileu afirmou, peremptoriamente, que “*a matemática é o alfabeto com o qual Deus escreveu o Universo*”, não seria ousado demais dizermos, em nosso caso, que “a Electricidade é o cinzel com o qual Deus esculpiu o Universo”? Se nos fosse possível definir o Ser Supremo, diríamos que “Deus é o Grande Electricista do Universo”.

Será objecto de pesquisa futura prosseguir na investigação da História da Electrificação no Estado de Minas Gerais, da *I Guerra Mundial até os dias actuais*. Merecerá destaque especial o Governo “JK” – Juscelino Kubitschek de Oliveira (1902-1976): médico, militar e político destacado de Minas e do Brasil. Como prefeito e governador JK empreendeu em Minas um intenso desenvolvimento industrial, cultural educacional, científico e tecnológico, assinalado também pela construção de obras arquitectónicas e paisagistas de vanguarda, como o património arquitectónico da Pampulha, executado por Oscar Niemeyer, Lúcio dos Santos, Roberto Burle Mark.

Outro motivo de destaque foi a criação da CEMIG – “Companhia Eléctrica de Minas Gerais” –, empresa público-estatal criada em 1952, denominada actualmente de “Centrais eléctricas de Minas Gerais S/A”, que revolucionou a produção, distribuição, comercialização e pesquisa da energia eléctrica, “força e luz”, no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

A Cemig é a primeira empresa estatal de energia fundada no Brasil, em âmbito estadual. Ela se estrutura com recursos estaduais, federais e de organismos internacionais.

A empresa nasce em sintonia com as mais avançadas técnicas e tecnologias do setor de energia eléctrica e de gestão financeira e humana. Como previsto, ela contribui para a instalação de outras importantes empresas em Minas Gerais, como a Mannesman, com a garantia do Governo Estadual de que a Cemig poderia suprir sua demanda de energia (na época, metade do consumo de todo o Estado). [...] Janeiro de 1956 – Juscelino Kubitschek toma posse na Presidência da República. No seu governo, estende ao Brasil sua experiência bem-sucedida em Minas, com grandes investimentos em infraestrutura de transportes e energia. É a industrialização definitiva, em Minas e no Brasil (http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/linha_do_tempo.aspx, s/d., p. 1).

Uma última proposta de futura continuidade à pesquisa da temática e objecto da pesquisa doutoral, o que serve também de coroamento às conclusões finais, não podia ser outra do que uma questão que diz respeito ao *impacte* que a electricidade trouxe à população do Estado de Minas Gerais e de Belo Horizonte, aquando de sua instalação, considerando-se não somente aspectos científicos, quanto psicológicos, sociológicos, culturais e filosóficos. Porém, não se deverá levar em conta tão-somente os problemas, como o alto grau de ignorância cultural vigente no Brasil, onde grassava o analfabetismo, fruto da baixíssima escolaridade, crónica vulnerabilidade social, e baixíssimo conhecimento geral e científico-tecnológicos existentes naquele contexto histórico, indispensáveis ao concurso da ciência, consequentemente, à prática eléctrica, mas tentar focar nos desafios superados²²⁶.

Neste particular, a electrificação foi singular, pois trouxe, e de certa forma ainda o traz, a repetir uma questão bastante discutida na dissertação, o *thauma*, a admiração, a perplexidade e o deslumbramento, ao mesmo tempo em que o medo e a apreensão (*páthos*). Em outras palavras, a electricidade/electrificação, provocou diversas reacções ou modos de expressão, emocionais e/ou intelectuais, todos, no entanto, elementos geradores do “questionamento”, ou do “filosofar”, substâncias “*creadoras de Scientia*”, como disse Platão e Aristóteles. Neste sentido, para finalizar, o desafio ou objecto-problema poderá ser este: *como o povo de Minas Gerais sentiu, pensou, viveu e reagiu às maravilhas proporcionadas pela Electricidade?*

²²⁶ Ademais, vale esclarecer, que o “*deslumbramento* pela electricidade” foi geral, intercontinental, universal, pois o seu poder e fascínio contaminou tanto os povos cultos e letrados quanto aqueles desprovidos destes quesitos, o Brasil, por exemplo.

BIBLIOGRAFIA

ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de Filosofia*, 1ª edição. Tradução de Alfredo Bosi, São Paulo, Brasil, Martin Fontes, 2007.

ABRAMO, Cláudio Weber. *Alessandro Volta (1745-1827)*, São Paulo, Brasil, Abril S.A. Cultural, 1972.

ALBUQUERQUE, Miriam Abreu. *Barroco no Brasil e em Portugal*. Disponível em <<http://www.coladaweb.com/literatura/barroco-no-brasil-e-em-portugal>> Acesso em 03/05/2015.

AL-KHALILI, Jim. *Shock and Awe: The Story of Electricity*, London, BBC Horizon, 2014. <Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Gtp51eZkwol>>

ALMEIDA, Maria Antonieta. *Isolantes e condutores*, s/d., p. 6, cap. 1. Disponível em <www.if.ufrj.br/~marta/cederj/eletro/fe-cap1-parte1b.pdf> Acesso em 07/05/2015.

ALVES, Rubem, *Entre a ciência e a sapiência – Dilema da Educação*. 4.ª ed., São Paulo, Brasil, Edições Loyola, 2000.

AMBRIZZI, Miguel Luiz. *O olhar distante e o próximo – a produção dos artistas-viajantes, 19&20*, Rio de Janeiro, v. VI, n. 1, jan/mar. 2011. Disponível em: <http://www.dezenovevinte.net/viajantes_mla2.htm>

ANTUNES, Arnaldo Nora; Fonseca, Margarida, Maria Ribeiro da & outros. *Os cientistas: Franklin (1706-1790) – A grande aventura humana*, São Paulo, Brasil, Editora Abril, 1973.

ARANHA, Maria de Arruda; MARTINS, Helena Pires. *Filosofando, introdução à filosofia*, 2.ª edição, São Paulo, Brasil, Editora Moderna, 1993.

AREIAS, Maria das Dores. Viagens e expedições científicas dos portugueses ao continente africano durante o século XIX: Contributos para o conhecimento da geologia africana, in: Diogo, Maria Paula; AMARAL, Isabel Maria (organizadoras): *A Outra Face do Império – Ciência, tecnologia e medicina* (sécs. XIX-XX), Lisboa, Portugal: Centro Universitário de História da Ciência e da Tecnologia – CIUNCT, 2012, 32-33 pp.

ARREGUY, Cintia Aparecida Chagas; RIBEIRO, Raphael Rajão. *Histórias de bairros de Belo Horizonte*, Belo Horizonte, Brasil, Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte – APCBH, 2008.

ARROYO, G. et. eli. *Educação e cidadania: quem educa o cidadão?* 13.ª ed., São Paulo, Brasil, Cortez Editora, 2007.

AURETTA, Christopher Damien. *Álvaro de Campos – Autobiografia de uma Odisseia Moderna*, Lisboa, Edições Colibri, 2012.

BARROS, Cleyton Souza. Eletricidade como elemento de modernização em Juiz de Fora (1889-1995), *Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada* – Vol. 3 Nº 5 Jul-Dez 2008.

BATTAGLIN, Paulo D.; BARRETO, Gilmar. Revisitando a História da Engenharia Elétrica, *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 30, n. 2, p. 49-58, 2011 – ISSN 0101-5001.

BERLIN, Isaiah. *A Apoteose da Vontade Romântica. Uma Antologia de Ensaios*, tradução de Teresa Curvelo, nota à edição portuguesa, José Tomaz Castello Branco, Lisboa, Portugal, Editora Bizâncio, 1999.

BERR, Henri. *La evolucion de la Humanidad – Introducció (Prehistória y Protohistoria) Antigüedad* – El pensamiento Griego y los Origenes del Espiritu Científico, Mexico, Uteha, s/d.

BIBLIOTECA DO EXÉRCITO. *A Energia Elétrica no Brasil (da primeira lâmpada à Eletrobrás)*, Rio de Janeiro, Brasil, 1977.

BODANIS, David. *O Universo Elétrico – A verdadeira e surpreendente história da electricidade*, 1.ª ed. Tradução de Paulo Ivo Teixeira, Lisboa, Portugal, Editora Gradiva, 2008.

BORNHEIM, Gerd. A (organizador). *Os filósofos pré-socráticos*, São Paulo, Brasil, Cultrix, 1998.

BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; ASSIS, André Koch Torres; CALUZI, João, José. *Stephen e a descoberta dos condutores e isolantes*. Tradução comentada de seus artigos sobre electricidade e reprodução de seus principais experimentos, São Paulo, Brasil, Editora Unesp – Cultura Acadêmica, 2012.

BOTTI, Carlos Alberto Hargreaves (Coordenador); BOTTI, Afonso Henrique Hargreaves; SILVA, Edy Helena Bastos; SALOMÃO, Maria Margarida. *Companhia Mineira de Eletricidade*, Belo Horizonte, CEMIG, Projeto Memória da CEMIG, 1994.

BOTTI, Carlos Alberto Hargreaves (Coordenador); BOTTI, Afonso Henrique Hargreaves; SILVA, Edy Helena Bastos; SALOMÃO, Maria Margarida. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 635-644. Disponível em <sbfisica.org.br/rbef/pdf/070404.pdf> Acesso em 04/04/2016.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. *O que é Educação*. São Paulo, Editora Brasiliense, 2004.

BRANT, Celso. *Os índios e a Bíblia*, 2.^a ed., Rio de Janeiro, Delfort, 1991.

BRASIL. DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. 35.^a ed., Brasília, Brasil, Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Centro de Informação/Coordenação de Biblioteca, 1988.

BURKE, Peter (org.). *A escrita da história – novas perspectivas*, 3.^a reimpressão. Tradução de Magda Lopes, São Paulo, Brasil, UNESP, 1992.

BURNET, John. *O despertar da filosofia grega*. Tradução de Mauro Gama, São Paulo, Editora Siciliano, 1994.

CACHAPUZ, Paulo Brandi de Barros (Coord.). *Usinas da CEMIG – A História da Eletricidade em Minas e no Brasil*, Rio de Janeiro, Brasil, Centro da Memória da Eletricidade no Brasil (1952-2005), 2006.

CALADO, Jorge. *Haja luz! Uma História da Química através de tudo*, 1.^a ed. Revisão de texto de Luis Filipe Coelho, Lisboa, Portugal, IST Press, 2011.

CDCC/USP – Setor de Física. *O quase eterno éter*, in: <<http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/node10.html>> s/d., p. 1. Acesso em 01/08/2015, 09h45min.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. *ELETROBRAS, Centro da Memória da Eletricidade no Brasil*, s/d. Disponível em <http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/historia_da_eletricidade_no_brasil.aspx> Acesso 02/10/2015.

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. *As cidades se iluminam*, Rio de Janeiro, Brasil, s/d. Disponível em <<http://www.memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pag=6&codTit1=44294&pagina=destaques/almanaque/historia&menu=387&iEmpresa=Menu#44294>> s/d. Acesso em 29/07/2015.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; da Silva, Roberto. *Metodologia científica*, 6.^a ed., São Paulo, Brasil, Pearson Prentice Hall, 2007.

CHALLOPER, Jack (editor geral); BAYLIS (prefácio). *1001 invenções que mudaram o mundo*, tradução de Carolina Alfaro, Pedro Jorgensen, Paulo Polponoff Junior. Rio de Janeiro, Brasil, Sextante, 2010.

CHAUÍ, Marilena. *Convite à Filosofia*. 6.^a edição, São Paulo, Brasil, Editora Cortez, 1997.

CHIAVENATO, Júlio José. *As várias facetas da Inconfidência Mineira*. Tiradentes, herói ou charlatão? E o povo, onde estava? O julgamento, a farsa e a tragédia, 7.^a ed., São Paulo, Brasil, Editora Contexto, 2000. Coleção Repensando a História.

COSTA, Palmira Fontes da. *O mundo num livro: Abordagens Interdisciplinares aos Colóquios dos simples e drogas da Índia, Goa, 1563*, Lisboa, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian, 2013.

COTRIM, John Reginald; CABRAL, Ligia Maria Martins, *COTRIM, John. Testemunho de um empreendedor*, Rio de Janeiro, Brasil, 2000 Centro da Memória da Eletricidade no Brasil – MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2000.

CURRAL DEL REY. *Usina de Freitas – Primeira Usina destinada ao abastecimento de Energia Elétrica de Belo Horizonte*. Disponível em <curraldelrei.blogspot.com/2011/01/usina-de-freitas-primeira-usina.html>

DA SILVA, Bruno Gonçalves. *Evolução do setor elétrico brasileiro no contexto econômico nacional: uma análise histórica e econômica de longo prazo*, São Paulo, Brasil, Universidade de São Paulo, EP-FEA-IEE-IF. 2011. Dissertação de Mestrado.

DA SILVA,2, Rozivaldo, Paz. *Hidreletricidades*, EBAH, s/d., apostila do curso de Engenharia do Ambiente. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgwqQAC/apostila?part=7>> Acesso 26/06/2015.

DEVAUX, Pierre. *3000 mil anos de eletricidade, ilustração de Giovanni Gannini*. Tradução de Hilton J. Gadret et outros, Rio de Janeiro, Brasil, Freitas Bastos, s/d.

DIOGO, Maria Paula; AMARAL, Isabel Maria (organizadoras). *A Outra Face do Império – Ciência, tecnologia e medicina* (sécs. XIX-XX), Lisboa, Portugal: Centro Universitário de História da Ciência e da Tecnologia – CIUNCT.

DOSSEL, Inês; Marcelo Caruso. *A invenção da sala de aula*. Tradução de Cristina Antunes, São Paulo, Brasil, 2003.

Escola Politécnica. Disponível em <http://www.poli.ufrj.br/politecnica_historia.php> Acessado em 15/07/2015 0h14min.

FERNANDES, Sandra. *História da Física, Pierre de Maricourt*, 2011. Disponível em <<http://historiadafisicauc.blogspot.com.br/2011/06/pierre-de-maricourt.html>> Acesso em 23/02/2015.

FERRACINI.1, Gerson. *Biografias: A Física Térmica e Ondas*, São Paulo, Brasil, Editora Scipione, 1996. Coleção Aprendendo Física. Livro 2.

FERRACINI.2, Gerson. *Biografias: Eletromagnetismo e introdução à física*, São Paulo, Brasil, Editora Scipione, 1996. Coleção Aprendendo Física. Livro 3.

FERRARO, Nicolau Gilberto. *Eletricidade: história e aplicações*, São Paulo, Brasil, Moderna, 1997. (Coleção Desafios) História da eletricidade, que possibilita a sua compreensão de forma didática e apoiada em ilustrações.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*, 1 ed., Rio de Janeiro, Brasil, Editora Nova Fronteira, s/d.

FERREIRA, Paulo Pinto. *O espirito de Minas Gerais – A História da Eletricidade em Minas Gerais*, Belo Horizonte, Brasil, CEMIG, s/d.

FIGUEIRA Manuel Henrique Figueira. Um roteiro da educação nova em Portugal, Escolas novas e práticas pedagógicas, inovadoras (1882-1935), Livros Horizonte, 2004, *SciELO Portugal – Anál. Social n.176* Lisboa, Portugal, out. 2005. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000325732005000400015> Acesso em 28/02/216.

FONSECA, Cristina (organizadora). *O pensamento vivo de Fernando Pessoa*, São Paulo, Brasil, Martin Claret, s/d..

FONSECA, Sônia Maria. *A Hegemonia Jesuítica (1549-1759)*, São Paulo/Campinas, Brasil, Faculdade de Educação/UNICAMP, HISTEDBR – 1986-2006. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/periodo_jesuítico_intro.htm Acesso em 16/10/2015.

FREIRE, Paulo. 14.^a ed. *Pedagogia da autonomia – saberes necessários à prática educativa*, São Paulo, Brasil, Paz e Terra, 2000. Coleção Leitura.

FROMM, Erich. *Do ter ao ser: Caminhos e descaminhos do Autoconhecimento*. Tradução de Lúcia Helena Siqueira Barbosa, São Paulo, Brasil, Editora Manole, 1992. Obras Póstumas, vol. I.

Galvanómetro – Wikipedia, la enciclopedia libre <<http://es.wikipedia.org/wiki/Galvan%C3%B3metro>> Acesso em 25/02/2015.

GALVÃO, Walmes Nogueira. *Os Cientistas – A Grande Aventura da Descoberta Científica – Michael Faraday (1791-1867)*, São Paulo, Brasil, Abril Cultural, 1972.

GANCHO, Cândida Vilares; TOLEDO, Vera Vilhena de. *Inconfidência Mineira*, São Paulo, Brasil, Editora Ática, 1991.

GAROZZO, Filippo. *Os homens que mudaram a humanidade, Alessandro Volta*, São Paulo, Brasil, Editora Três, 1975.

GOMES, João Paulo Pombeiro; Vieira, Marcelo Milano Falcão. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002, *Revista de Administração Pública – rap* — Rio de Janeiro 43(2): 295-321, ISSN

034.7612, Scielo v43n2a02, mar./abr. 2009. Disponível em
<<http://www.scielo.br/pdf/rap/v43n2/v43n2a02>> Acesso em 21/07/2014.

GOUVÊA, Maria Cristina Soares de; JINZENJI, Mônica Yumi. Escolarizar para moralizar: discursos sobre a educabilidade da criança pobre (1820-1850), *Rev. Bras. Educ.* v.11 n.31 Rio de Janeiro jan./abr. 2006.

HEISENBERG, Werner. *Página de reflexão e auto-retrato*, tradução, introdução, apresentação e notas de António M. Nunes dos Santos, Lisboa, Portugal, Editora Gradiva, 1990.

História, Preservação do Património Histórico e Debates de Questões Atuais. *Histórias e outras Histórias – A Iluminação Pública e Residencial Quando Não Havia Rede Elétrica*. Disponível em <<http://martaiansen.blogspot.com.br/2012/02/iluminacao-publica-e-residencial-quando.html>>, 2012, 1-2 pp. Acesso em 05/12/2015.

HOBSBAWM, Eric. *A era das revoluções – 1789-1848* tradução de António Cartaxo, Lisboa, Portugal, Editorial Presença, 2001.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke>, s/d., p. 1. Acesso em 13/05/2015.

<<http://energiaelectrica.no.sapo.pt/histelec.htm>>, s/d., p. 1.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Alexander_Graham_Bell> Acesso em 05/09/2015.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Arquidiocese_de_Mariana>, s/d. p. 1. Acesso em 05/09/2015.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Augustin_de_Coulomb> Acesso em 30/08/2014.

<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cientista>> Acesso 28/05/2013.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm, 2015> Acesso em 31/08/2013.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_Ørsted>, 2011. Acesso em 02/09/2013.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Humphry_Davy>, 2005. Acesso em 10/08/2015.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday>, 2015, p. 1. Acesso em 01/09/2013 e 01/08/2015.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Segunda_Revolu%C3%A7%C3%A3o_Ind...> Acesso em 12/12/2015.

<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Telegrafia>>, 2015, p. 1. Acesso em 31/10/2014.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrel%C3%A9trica_de_Marmelos>, 2014. Acesso em 22/06/2014.

<<http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/gilbert>>, s/d., p. 1. Acesso em 14/09/2014.

<[http://www.infopedia.pt/\\$william-thomson-kelvin](http://www.infopedia.pt/$william-thomson-kelvin)>, 2008, p. 1. Acesso em 28/09/2015.

http://www.poli.ufrj.br/politecnica_historia.php>, s/d., p. 1. Acesso em 15/07/2015.

<<https://ciberduvidas.iscte-iul.pt/artigos/pagina/1>>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Cavendish>2015. Acesso em 07/03/2015

<https://en.wikipedia.org/wiki/Pearl_Street_Station>, s/d., p. 1. Acesso em 23/09/2015.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Academia_de_Plat%C3%A3o>, s/d., p. 1. Acesso em 28/08/2015.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Academia_Polit%C3%A9cnica_do_Porto> s/d. Acesso em 12/09/2014.

<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Aleijadinho>> Acesso em 27/05/2015.

<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cavalo-vapor>> Acesso em 16/09/2014.

<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Farad>, s/d., p. 1. Acesso em 20/03/2016.

<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Farad>> Acesso em 20/03/2016.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Pierpont_Morgan>, s/d., p. 1. Acesso em 21/01/2016.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Juscelino_Kubitschek>, s/d., p. 1. Acesso em 02/03/2017.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Modernismo_em_Portuga> Acesso em 31/01/2016.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Tempos_Modernos>, s/d., p. 1. Acesso em 16/02/2016.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Visconde_de_Barbacena> Acesso em 12/03/2016.

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA. *Garrafa de Leiden* (design histórico). Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/almanaque/1366-garrafa-de-leyden.html>> Acesso em 11/04/2015.

JMINAS, O portal do turismo de Juiz de Fora. *História dos Bondes em Juiz de Fora*, Juiz de Fora, Brasil, 2015. Disponível em <<http://www.jfminas.com.br/portal/historia/historia-dos-bondes-em-juiz-de-fora>> Acesso em 09/07/2015.

KNELLER, G. F. *Ciência como atividade humana*, São Paulo, EDUSP; Rio de Janeiro, Brasil, Zahar, 1980.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira, São Paulo, Brasil, Perspectiva, 1975.

LARROYO, Francisco. *História Geral da Pedagogia*. Tradução de Luiz Aparecido Caruso, 2a ed., São Paulo, Brasil, Editora Mestre Jou, 1974.

LEITÃO, Henrique; CARVALHO, Teresa, Nobre. 360.º – *Ciência Descoberta*, Lisboa, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian, 2013.

LEITÃO, Henrique; Franco, José Eduardo (organizadores). *Jesuítas, ciência e cultura no Portugal Moderno, obra selecta de Pe. João Pereira Gomes*, Lisboa, Portugal, Esfera do Caos Editores, 2012.

LEITÃO, Maria do Céu; CALAPEZ, Maria Elvira; MARTINS, Maria do Rosário; ARAGÃO, Maria de São Pedro; MOUSACO, Maria Virgínea. *Michael Faraday – 1791-1867*. Trabalho apresentado na FCTUNL sob a orientação do Professor Doutor António Manuel Nunes dos Santos, 1994. 1 apostila.

LOCKE, John. *Ensaio acerca do Entendimento*. Tradução de Anuar Aiex e Jacy Monteiro, 2 ed., São Paulo, Brasil, Abril Cultural, 1978.

MAGALHÃES, Gildo; VAGAS, Milton (prefácio). *Força e Luz: eletricidade e modernização na República velha*, São Paulo, Brasil, Editora UNESP/FAPESP, 2000.

MALATO, Maria Luísa. *A Academia de Platão e a Matriz das Academias Modernas*, Notandum, 19 jan-abr 2009, CEMOrOC-Feusp / IJI-Universidade do Porto.

MARIANO, Mário. *A História da Electricidade*, Lisboa, Portugal, AP Edições, EDP. Depósito Legal Nº 59-B1000, ISBN Nº 972-95967-0-0, s d.

MARTINS, Nelson. *Introdução à Teoria da Eletricidade e do Magnetismo*, 2. ed., São Paulo, Brasil, Editora Edgard Blücher Ltda., 1975.

MARTINS, Roberto de Andrade. *A invenção e divulgação da pilha elétrica por Alessandro Volta*, 2014. Disponível em <<http://www.ghhc.usp.br/server/relat-rm/volta-puc.htm>> Acesso em 02/07/2014.

MARX, Karl; Engels, Friedrich. *Crítica da educação e do ensino*, 1.ª ed. Tradução de Ana Maria Rabaça, introdução e notas de Roger Dangeville, Lisboa, Portugal, 1978, 204, 219, 221 pp.

MATOS, Ana Cardoso de. *Tecnologia, Engenharia e electricidade nas redes urbanas de iluminação e transporte. Portugal 1880-1926*, Simposio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América e Europa, 1890-1930, Braziliam Traction, Barcelona Traction, e outros conglomerados financeiros y técnicos, Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, 23-26 de enero de 2012.

MATOS, Ana Cardoso de; MENDES, Fátima; FARIA, Fernando; CRUZ, Luís. *A Electricidade em Portugal: Dos Primórdios à 2ª Guerra Mundial*, Lisboa, Portugal, EDP; Museu da Electricidade, 2004.

MATOS, Ana Cardoso de; SILVA, Álvaro Ferreira da. "Foreign capital and problems of agency: the Companhias Reunidas de Gás e Electricidade in Lisbon (1890-1920)", *Revista de Historia TST, Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*, n.º 14, 2008, p. 143-161.

MELLO, Leonel Itaussu A.; COSTA, Luís César Amad. *História Moderna e Contemporânea*, 3.ª São Paulo, Brasil, Editora Scipione, 1995.

MELO, Ciro Bandeira de. *Tiradentes, o herói que inventou a pátria*, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, Secretaria de Estado da Educação, 1999.

MENEZES, Ivo Porto de. *Manoel da Costa Athaide*, Edições Arquitetura, s/d., p. 10.

Mestre Athaide, Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Mestre_Ata%C3%ADde> Acesso em 20/04/2015.

MORA, José Ferrater. *Dicionário de filosofia*. Lisboa, Portugal, Publicações, Dom Quixote, 1982.

MORENTE, Manuel García. *Fundamentos de filosofia*. São Paulo, Brasil, Editora Mestre Jou, 1980.

MUSEO DE LA ELECTRICIDAD DE LISBOA. Lisboa, Portugal, 2013. Disponível em <https://es.wikipedia.org/wiki/Museo_de_la_Electricidad_de_Lisboa> Acesso em 12/10/2015.

MUSEU A HISTÓRIA DE LISBOA. *A Escola Politécnica de Lisboa: 1837-1911*, Lisboa, Portugal, s/d. Disponível em: <www.mc.ul.pt/files/patrimonio/arquivo/AHMCUL_EscolaPolitecnica.pdf>, 2011. Acesso em 17/08/2014.

MUSEU DA ELECTRICIDADE. Disponível em <<http://museus-energia.byclosure.net/patrimonios/3-museu-da-electricidade>> Acesso em 30/05/2013.

MUSEU DA ELECTRICIDADE. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_da_Electricidade>, s/d., p. 1. Acesso em 19/10/2014.

NETO, Paulo Vieira. *O desaparecimento de uma profissão: O radiotelegrafista de vôo – evolução tecnológica e desemprego nas telecomunicações*, São Paulo, 2000, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP. Disponível em: <<http://rlandell.tripod.com/telegrafista.htm>> Acesso em 19/06/2015.

NETO, Pedro de Alcântara. *História das comunicações e das telecomunicações*, Pernambuco, Brasil, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Escola Politécnica de Pernambuco, s/d. Disponível em <google.com.br:www2.ee.ufpe.br/...>

NETTO, Luiz. *A invenção do rádio – Maxwell, Hertz, Branly, Landell, Popov, Tesla, Fessender, Marconi*, in: DACHIN, Luiz Nicolas, in: <<http://www.landelldemoura.qsl.br/antena.htm>> Acesso em 26-04-2014.

OLIVEIRA.1, Jefferson Gomes de. *História dos bondes em Juiz de Fora*. Disponível em: <<http://www.jfminas.com.br/portal/historia/historia-dos-bondes-em-juiz-de-fora>> Acesso em 09/07/2015.

OLIVEIRA.2, Paulino de. *História de Juiz de Fora*, 2.^a ed., Juiz de Fora, Brasil, Companhia Dias Cardoso S.A., 1966.

OLIVEIRA.3, Rosimeire. *Arcadismo no Brasil: Neoclassicismo na literatura mineira* – Educação – UOL Educação, s/d. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/portugues/arcadismo-no-brasil-neoclassicismo-na-literatura-mineira.htm>> Acesso em 20/04/2015.

PADOVANI, Umberto; CASTAGNOLA, Luís. *História da Filosofia – 1711-1930*, 13.^a ed., São Paulo, Brasil, Editora Melhoramentos, 1981, p. 150.

PEIXOTO, Afrânio. *História do Brasil*, Ebooks do Brasil, digitalização da 2.^a edição em papel, Biblioteca do Espírito Moderno – Série 3.^a – História e Biografia, Rio de Janeiro, Cia. Editora Nacional, 1944.

PENNA, Octávio. *Sistema estadual de planejamento*, Belo Horizonte, Brasil, Fundação João Pinheiro – Centro de Estudos Históricos e Culturais, 1987.

PESSOA, Fernando (Álvaro de Campos). *Ode Triunfal*, Fortaleza, Brasil, Jornal da Poesia, s/d. Acessível em <<http://www.jornaldepoesia.jor.br/facam02.html>> Acesso em 23/06/2015.

PESSOA, Fernando. *A Ciência*, Jornal de Poesia, Fortaleza, Brasil, Jornal da Poesia, s/d. Disponível em <<http://www.jornaldepoesia.jor.br/fpessoa11.html>> Acesso em 19/12/2015.

Philosophical Transactions of the Royal Society of Londonin: the world's first science, London, Print ISSN: 0261-0523, *journal*, s/d., 2015, p. 1. Acessível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/PT/MCUL/EPL>>

POLLARD, Michel. *Alexander Graham Bell*, São Paulo, Brasil, Editora Globo, 1993.

POMPILIO, José Antenor. *Uma breve história da eletricidade industrial e da eletrônica de potência*, São Paulo, Brasil, 2012. Disponível em: <www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/ee833/hist-velho.pdf> Acesso em 30/01/2015.

Portal: Belo Horizonte. Disponível em <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal:Belo Horizonte](https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal:Belo_Horizonte)>, s/d., p. 2. Acesso em 09/11/2015.

QUEIROZ, Eça de. *Civilização, Selecção e introdução* por Maria das Graças Moreira de Sá, Lisboa, Portugal, Editora Ulisseia, 2000.

RDGZ, Jesús Gerardo Treviño. *Etimologia de Historia*, s/d., p. 1. Disponível em <<http://etimologias.dechile.net/?historia>> Acesso em 21/04/2016.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. *História da Filosofia – Antiguidade e Idade Média*, 3.^a ed., tradução de Ivo Storniolo, São Paulo, Brasil, Editora Paulus, 1997, Vol. I. Ver páginas 18 e 19!

Revista Horizonte Geográfico. A tradição das usinas – utilização das quedas d'água como fonte de energia faz parte da história do país e hoje é mostrada em museus, n.º 61. Disponível em <<http://horizontegeografico.com.br/exibirSecao/181/197/0/revista-horizonte-geografico>> Acesso em 07/07/2015.

RIBEIRO, Daniel. *História da Eletricidade e do Magnetismo*, Brasil, 2012. Parte 1. Disponível em: <<https://www.youtube.com/Watch?v=kL6mmr2f558>> Acesso em 20/05/2014. Vídeo 1.

RIBEIRO, Daniel. *História da Eletricidade e do Magnetismo*, Brasil, 2012, parte 2. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ULnOcA9Cpws>> Acesso em 07/08/2014. Vídeo 2.

RIBEIRO, Daniel. *História da Eletricidade e do Magnetismo*, Brasil, 2012. Parte 3. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9uDUf8wxVBk>> Acesso em 12/07/2016. Vídeo 3.

RIBEIRO, Daniel. *História da Eletricidade e do Magnetismo*, Brasil, 2012. Parte 4. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=X1KluiRVrxY>> Acesso em 26/07/2014. Vídeo 4.

RIBEIRO, Daniel. *História da Eletricidade e do Magnetismo*, Brasil, 2012. Parte 5. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CX583NZYKQ>> Acesso 14/08/2014. Vídeo 5.

RIBEIRO, Raphael Rajão. ARISTÓTELES, *Sobre a Alma*. Tradução de Ana Maria Lóio, Lisboa, Portugal, Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, Imprensa Nacional-casa da Moeda, 2010, 2010. Biblioteca de Autores Clássicos. Volume III, tomo I.

ROCHA, José Fernando M. (org.); PONCZEK, Roberto I. Leon; PINHO Suani T. Rubim de; ANDRADE, Roberto F. Sûva; FREIRE, Olival Júnior; RIBEIRO, Aurino Filho. *Origens e Evolução das Ideias da Física*, Salvador, Brasil, EDCFBA, Universidade Federal da Bahia, 2002.

RONAN, A. Colin. *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge*. Tradução de Jorge Enéas Fortes, Rio de Janeiro, Brasil, Jorge Zahar Editor, 2001. Volume I, III e IV.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. *Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 2ª Edição, Brasília, Brasil, Fundação Alexandre de Gusmão. Volume I, II e III. Disponível em <www.funag.gov.br/biblioteca/.../Historia_da_ciencia_vol_1.pdf> Acesso em 26/11/2015.

RUSSELL, Bertrand. *História da Filosofia Ocidental*, Rio de Janeiro, Brasil, Cia. Editora Nacional, 1977.

RUTHERFORD, F. James; HOLTON, Gerald; WATSON, Fletcher G. *Projecto de Física – Unidade 4: luz e electromagnetismo* texto e manual de experiências e actividades, Lisboa, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian, 1985.

SALA DE FÍSICA, William Gilbert. Disponível em <www.saladefisica.cjb.net>, s/d., p. 5. Acesso em 23/09/2014.

SANTANA, Mauro. *Tiradentes: o herói que construiu a pátria*, Belo Horizonte, Brasil, Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, 1999.

SANTOS.1, António Manuel Nunes dos. *Para uma cultura integral: o contributo da História da Ciência*, Lisboa, Portugal. Tradução, notas e comentários do texto escrito pelo Professor Doutor António Nunes dos Santos, 2011.

SANTOS.2, Rogério. *História das telecomunicações em Portugal (1998-1999)*. Disponível em <bocc.ubi.pt/pag/santos-rogerio-historia-telecomunicacoes.pdf> Acesso em 31/05/2014.

SANTOS-Bambirra, Sara Rios; SILVA, Maria Aparecida da. Os Cursos de Engenharia no Brasil e as Transformações nos Processos Produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI, Belo Horizonte, Brasil, *Educação em Foco*, Ano II – n.º 12, 2008 – p. 21-35.

- SARTRE, Jean Paul. *El ser y la nada*, Buenos Aires, Editorial Losada, 1966.
- SARTRE, Jean-Paul. *O existencialismo é um humanismo*, 3.^a ed. Tradução de Rita Correia Guedes, São Paulo, Brasil, Nova Cultural, 1987, p. 6,13 e 16.
- SAVINI, Demerval. *Do senso comum à consciência filosófica*, São Paulo, Brasil, Cortez, 1985, p. 24.
- SAVINI, Demerval. *Escola e democracia*, São Paulo, Brasil, Editora Brasiliense, 1999.
- SECO, Ana Paula; AMARAL, IGLESIAS, Tânia Conceição do. *Marquês de Pombal e a Reforma Educacional Brasileira*, São Paulo/Campinas, Brasil, Faculdade de Educação/UNICAMP, HISTEDBR – 1986-2006.
- SENNÁ, Nelson de. *A Hulha Branca em Minas Gerais*, Belo Horizonte, Brasil, Imprensa Oficial do Estado de Minas Geraes, 1914.
- SILVA.1, Ana Paula. Anfitrião ou refém: O Papel da Rede Telegráfica Portuguesa no Xadrez Mundial (da Regeneração ao Estado Novo), in: DIOGO, Maria Paula; AMARAL, Isabel Maria, *A outra face do Império – ciência, tecnologia e medicina (sécs. XIX-XX)*, Lisboa, Portugal, Edições Colibri, 2012, 109-129 pp.
- SILVA.2. João Carlos da. *Revista HISTEDBR On-line, Campinas, número especial*, p. 146-155, abr. 20. ISSN: 1676-2584 146.
- SOUSA, Sandra Zákia; OLIVEIRA Romualdo Portela de. Educar em Revista, Print version. ISSN 0104-4060, *On-line version*. ISSN 1984-0411, Ensino Médio noturno: democratização e diversidade – Evening high school: democratization and diversity. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40602008000100005>> Acesso em 25/08/2016.
- SOUZA, Saulo Sebastião de. *A inclusão de deficientes visuais na Universidade*, Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 2009. Dissertação de Mestrado.
- SOUZA, Saulo Sebastião de. Filosofia: uma “Relação Amorosa”? *Caderno de Educação*. ISSN: 1519-7395, set./1995, n.º 26. FAE-CBH-UEMG.
- SOUZA, Saulo Sebastião de. Importância da Filosofia na educação crítica: a utilidade da técnica no processo inclusivo de pessoas com necessidades especiais. *Educação em Foco*. ISSN – 1519-3322. Ano 13 – n.º 16 -2010. FAE-CAMPUS-BH-UEMG.
- SPROULE, Anna. *James Watt*. Tradução de Carmem Carril e Matilde Leone, São Paulo, Brasil, Editora Globo S.A., 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Eleticidade e Magnetismo, uma pequena cronologia*, Porto Alegre, Brasil, s/d. Série Eletromagnetismo Virtual. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/fis/EMVirtual/crono/crono.htm>> Acessado em 27/12/2014.
- VELLOSO, Arthur Versiani. *O estudo da Filosofia*, Belo Horizonte, Brasil, Edições Júpiter, 1968.
- VIDAL, Diana G. e Hilsdorf. *Tópicos em história da educação*, São Paulo, Brasil, Edusp, 2001, 57-58 pp.
- WELLS, H. G. *História Universal*. Tradução de Anísio Teixeira, 8.^a ed., São Paulo, Brasil, Companhia Editora Nacional, 1970, vol. 8.
- WESTFALL, Richard S. *A construção da ciência moderna – mecanismos e mecânica* Tradução de Sérgio Duarte Silva, coordenação da Coleção de Ana Simões e Henrique Leitão, Lisboa, Portugal, Porto Editora, 2001.

ANEXOS



Anexo 1 – Fachada do Museu da Electricidade pela Av. Brasília – Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 2 – Belíssima Maquete Arquitectural em Metal das Fachadas Laterais das Caldeiras da antiga Usina Termoelectrica Central Tejo, situada em Lisboa, Portugal

(Fonte Fotografica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 3 – Uma das antigas caldeiras a carvão utilizadas para produzir vapor d'água aos Geradores Eléctricos da Usina Termoeléctrica Central Tejo, Lisboa, Portugal – Acervo Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza, 2013)



Anexo 4 – Da Esfera oca de cobre de Heron à turbina hidroelétrica – 20 de História do Vapor
(Fonte Fotográfica: internet, 2014)²²⁷

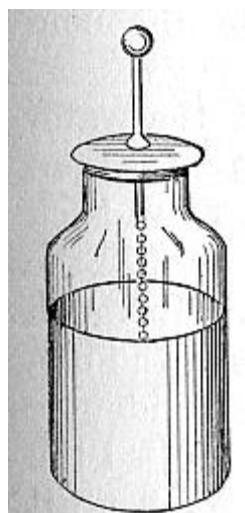
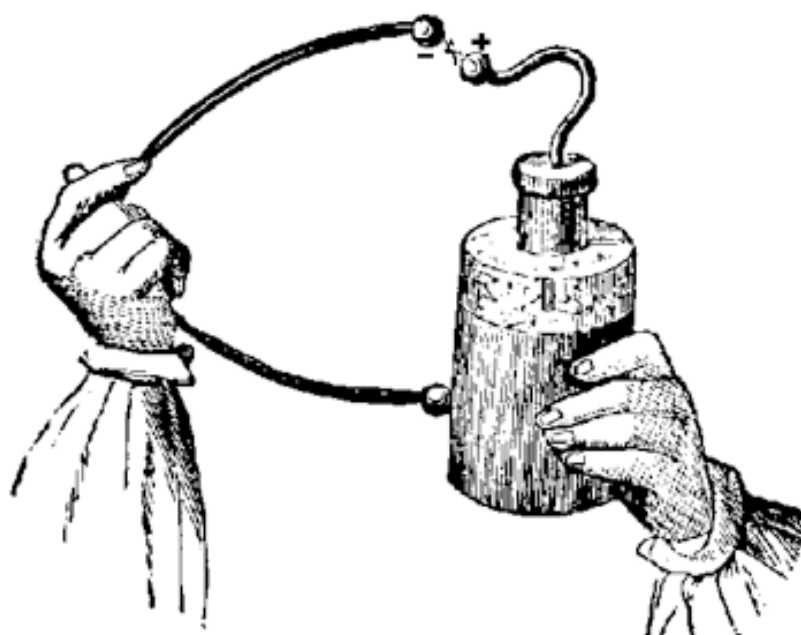
²²⁷ <http://reflexoesnoensino.blogspot.pt/2013/08/a-primeira-maquina-vapor.html>



Anexo 5: Materiais Utilizados na Pesquisa Electrostática do Físico e Médico Inglês William Gilbert: Âmbar e penugens – Acervo do Museu da Electricidade, Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza, 2013)



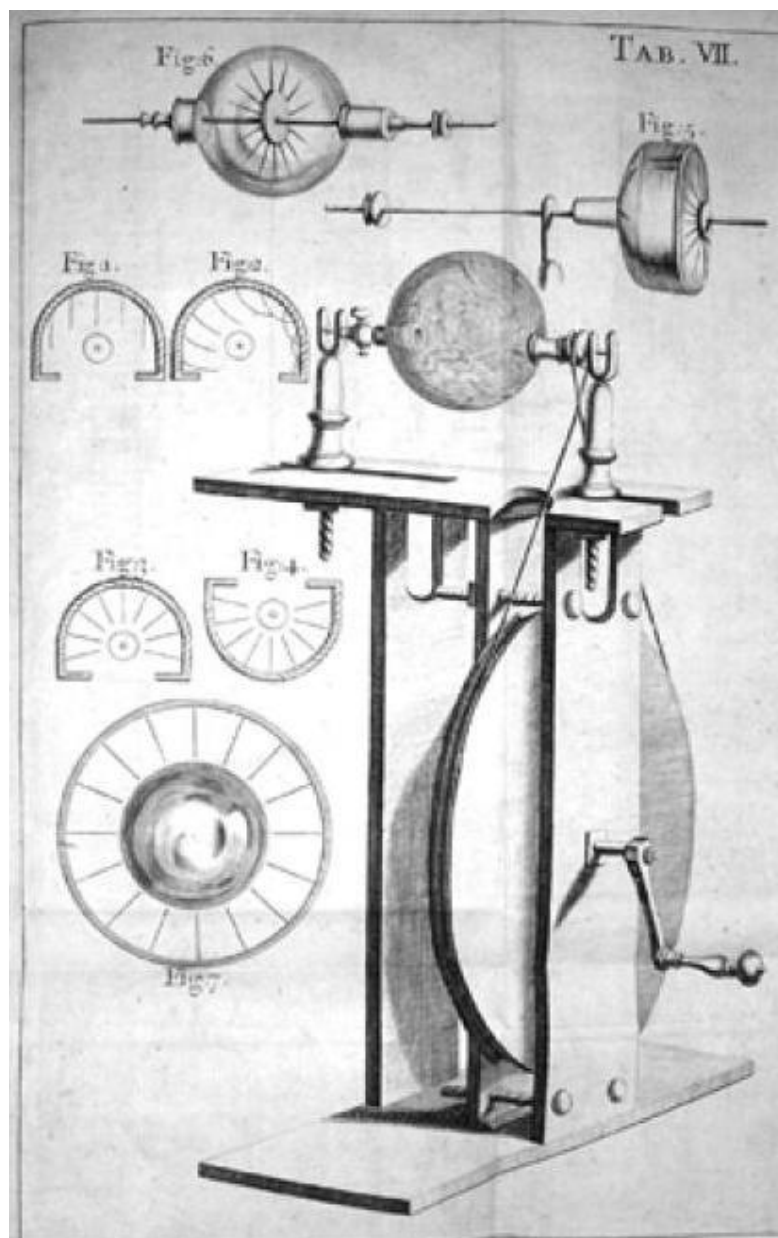
Anexo 6 – Réplica da Primeira “Máquina Eléctrica”, construída pelo político e físico alemão Filósofo Otto Von Guericke – Acervo Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza, 2013)



Anexo 7 – Desenhos relacionados à Garrafa de Leyden – o primeiro capacitor de alta tensão (acumulador de cargas eléctricas) – Acervo Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: internet, 2016²²⁸)

²²⁸ Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Garrafa_de_Leiden; www.newtoncbraga.com.br/index.php/.../1366-garrafa-de-leyden.html



Anexo 8 – Desenho esquemático da Máquina Eléctrica de Hauksbee, o melhor gerador eléctrico até à invenção da Pilha eléctrica de Volta
(Fonte Fotográfica: internet, 2016)²²⁹

²²⁹ Disponível em: Public Domain: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1687350>>



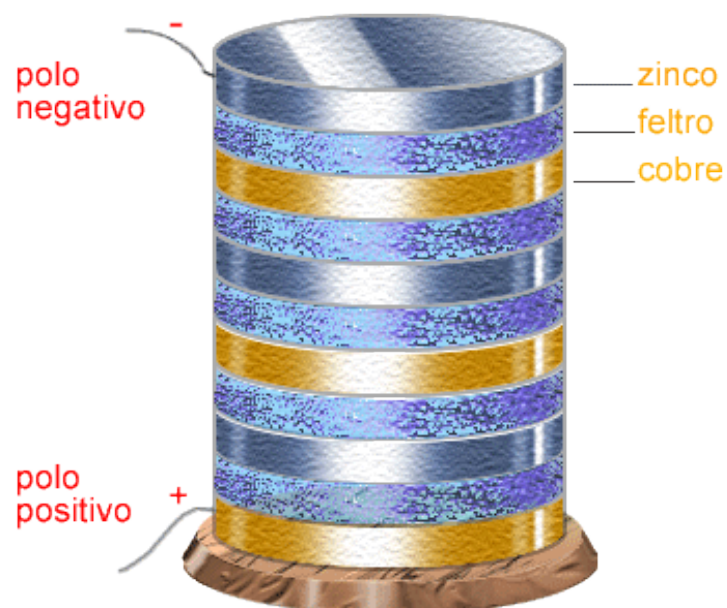
Anexo 9 – Exemplo de Máquina Eléctrica (Gerador Electrostático) construída pelo francês electricista e religioso Abade Nollet – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 10 – Pilha Eléctrica de Alessandro Volta, o primeiro gerador dinâmico de electricidade não-estática criado no Mundo – Acervo Museu da Electricidade, Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 11 – Desenho esquemático para uma melhor apreciação da técnica de construção e funcionamento de uma “Pilha de Volta” (“bateria voltaica”)

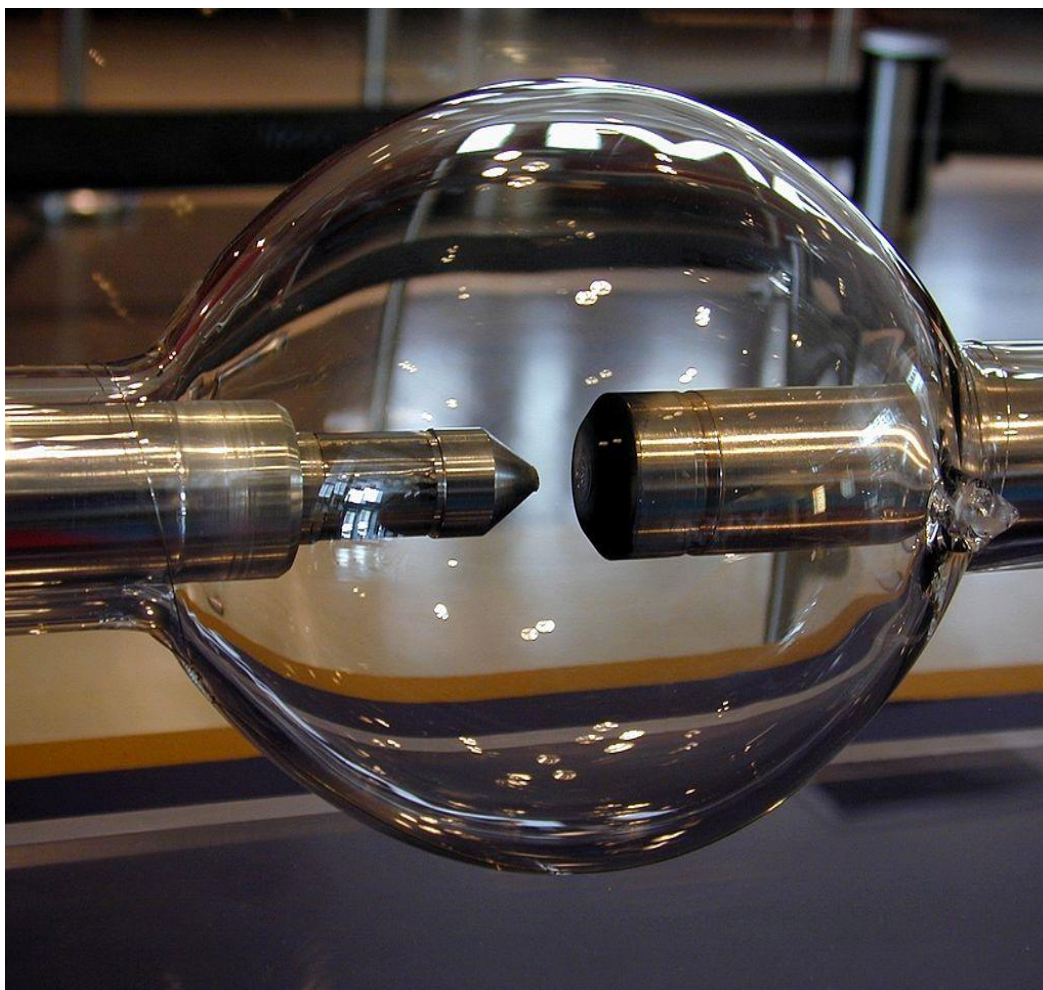
(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²³⁰

²³⁰ Disponível em http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/pilha/pilha_volta/



Anexo 12– Réplica da Balança de Torção, instrumento de medição de cargas eléctricas pelo físico francês Coulomb – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 13 – “Lâmpada de Arco voltaico” (“Ovo Eléctrico”) – a “*primeira lâmpada eléctrica*” (1809), do químico inglês do Royal Institution, Sir Humphry Davy
(Fonte Fotográfica: internet, 2014)

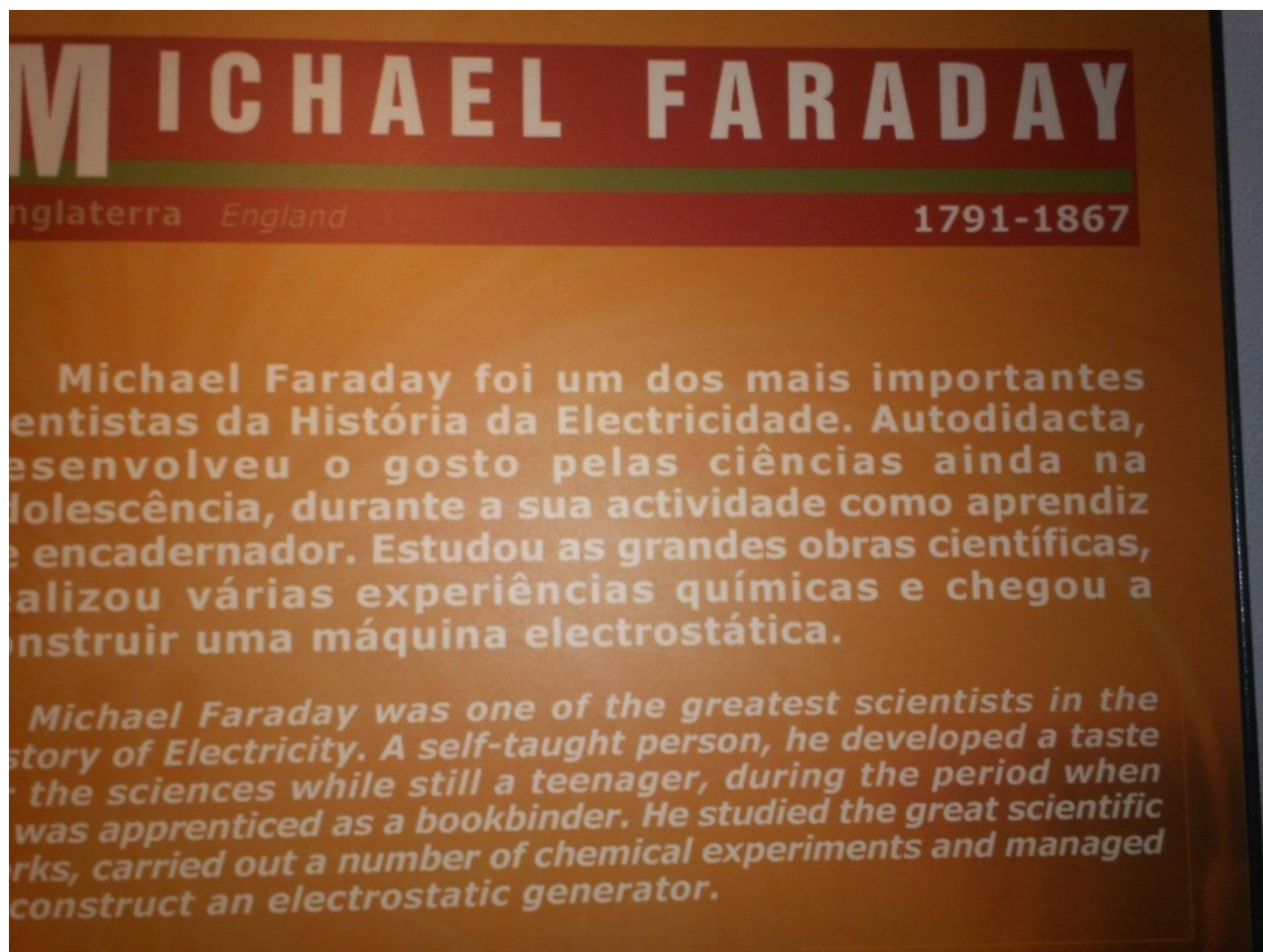


Anexo 14 – Oersted, Pesquisador Dinamarquês que deu início às pesquisas sobre o Electromagnetismo – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 15 – Protótipo da experiência efetuada por Oersted que levou à descoberta do Electromagnetismo – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 16 – O tributo a um dos maiores pesquisadores da electricidade, da ciência, da física eléctrica e química, Michael Faraday – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 17 – Representação da descoberta de Michael Faraday da *Indução magnética*²³¹ no Laboratório do Royal Institution em Londres – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)

²³¹ Na dificuldade de nomear a descoberta mais importante de Faraday para a electricidade, uma das mais importantes, sem sombra de dúvida foi a *indução electromagnética* (1833). Esta descoberta produziu a invenção/descoberta do motor eléctrico e muitas outras, por sua vez, gerou a Segunda Revolução Industrial, consequentemente, a radical transformação da sociedade burguesa europeia e mundial.



Anexo 18 – Anel de Zénobe – O precursor dos Dínamos e Alternadores Eléctricos de corrente contínua (CC) à geração de energia eléctrica em na contemporaneidade

(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²³²

²³²

Disponível em https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=596&q=Anel+de+Z%C3%A9nobe&oq=Anel+de+Z%C3%A9nobe&gs_l=img.3...2872.2872.0.3976.3.3.0.0.0.0.65.65.1.1.0....0...1.1.64.img.2.0.0.0...0.RI3GAaN3x2U#imgsrc=8M09ShO03xkAKM:&spf=1508677193873



Anexo 19 – Motor Trifásico de Corrente Alternada (AC) inventado pelo engenheiro e humanista croata Nikola Tesla – Acervo do Museu da Electricidade – Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 20 – Dínamo ou Gerador de Electricidade movido à energia do vapor da Usina
Termoeléctrica Central Tejo – Acervo Museu da Electricidade, Lisboa, Portugal
(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Lisboa, 2013)



Anexo 21 – Exemplo de “Lâmpada Incandescente Comercializável”
assemelhada àquela inventada por Thomas Alva Edison (1879)

(Fonte Fotográfica: internet, 2014)²³³

²³³ <http://www.inxinet.com/lampadas/>



Anexo 22 – Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto²³⁴, responsável pela pesquisa em electricidade no século XIX – criada em 1876, por iniciativa imperial

(Fonte Fotográfica: internet, 2014)²³⁵

²³⁴Localizada na Praça Tiradentes, no prédio do antigo Palácio dos Governadores, é uma renomada escola de engenharia e arquitectura e geologia de alta competência, criada em 1876, no governo de D. Pedro II (segundo e último imperador do Brasil), pelo cientista francês Claude Henri Gorceix.

²³⁵ Disponível em https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=751&q=escola+de+minas+ouro+preto&oq=Escola+de+Mina&gs_l=img_3.2.0l5j0i30j0i5i30l4.13446.18292.0.22907.14.14.0.0.0.193.1828.0j14.14.0.....0...1ac.1.64.img..0.14.1814.IJWuefSyHHc



Anexo 23 – Projecto do Mestre Aleijadinho I – Frontispício da Igreja de São Francisco de Assis de São João del-Rei-MG: Projecto de Aleijadinho modificado por Cerqueira

(Fonte Fotográfica: internet, 2015) ²³⁶

²³⁶ Exemplo do trabalho de arquitecto do mestre Aleijadinho – modificado por Cerqueira: Frontispício da Igreja de São Francisco de Assis da cidade histórica do barroco mineiro de São João Del Rei – Minas, in: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aleijadinho>.



Anexo 24 – Obra do Mestre Aleijadinho II – Cena do Carregamento da Cruz na *Via Sacra* –
Cenário esculpido em pedra sabão pelo Aleijadinho – localizado em de Congonhas – MG

(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²³⁷

²³⁷ Exemplo de realismo das imagens do escultor, porém, que regista uma característica típica dos mestres escultores e pintores do barroco mineiro, o “regionalismo”: pintura ou escultura que reproduz os padrões locais e não uma simples reprodução dos modelos estéticos ou ideológicos europeus. Do mesmo modo que em Athaide, pode-se observar que o Cristo é mulato, enquanto que os soldados romanos, mesmo os judeus, são “brancos europeizados”, no caso, Verónica, distorcidos. Fonte consultada: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aleijadinho>.



Anexo 25 – Obra do mestre Aleijadinho – “A última Ceia” – Santuário do Bom Jesus de Matosinhos – localizado em Congonhas – MG, onde se encontram um dos mais preciosos acervos do artista
(Fonte Fotográfica: internet, 2016)²³⁸

²³⁸ No cenário encontram-se fortes marcas da estética do artista Antônio Francisco Lisboa, o simbolismo. Tema, ambiente e personagens se confundem, em meio ao tom escuro, sinistro, de penumbra. A casa não é da palestina, mas do barroco. Os personagens estão num átrio típico de Vila Rica e d'outras vilas mineiras. As figuras e traje dos apóstolos são curiosos, ricos de simbolismo, intencionalmente colocados pelo escultor, que era um crítico mordaz, irônico e demolidor, da política e sociedade da época. Os personagens pouco se assemelham às figuras emblemáticas do Evangelho. Alguns apóstolos vestem-se parecidos à época de Jesus (mantos e saíões); outros estão amalgamados, combinando estilos antigos e modernos. Três vestem figurinos fieis à moda do século XVIII, meia calça e jaquetas de couro, botas, cujo corte, costura ou estilo não existia na Judéia. Todos se apresentam com o semblante carregado, tomados pelo desânimo, dor, tristeza, medo, apatia, apreensão, abatimento e desespero (“João Apóstolo”, primeiro à esquerda do Cristo). O único que se mantém sereno, apesar da tristeza, é o Cristo. A obra simboliza o último encontro dos inconfidentes mineiros, momentos antes de serem denunciados. Joaquim Silvério dos Reis, por exemplo, o delator, é Judas. O Cristo, segundo alguns intérpretes da obra do Aleijadinho, pode representar o Tiradentes, o líder dos amotinados e um dos poucos que não se acovardou com a tragédia que se abateu sobre todos.



Anexo 25 – Assunção da Virgem – painel (“caixotão”) mais conhecido do artista mineiro Mestre Athaide, localizado no tecto da Igreja de São Francisco de Ouro Preto – MG

(Fonte Fotográfica: internet, 2015) ²³⁹

²³⁹ Mestre Athaide era branco, diferente do Aleijadinho que era pardo (pardo). Porém, as características, estéticas, ideológicas e políticas, desenvolvidas na arte das Geraes, são semelhantes, e apresentam o mesmo padrão nos dois artistas. Como se pode depreender, a Virgem é uma Madona típica daquelas encontradas no povo da época, mulata e não branca. Observando também os anjos e os querubins veremos que eles não têm também a pele alva, cabelos lisos e olhos claros, alinhados ao modelo étnico-racial caucasiano, mas à maneira característica da miscigenação racial do povo brasileiro, formado pelo português, o indígena e o negro. Fotografia disponível em: https://www.google.com.br/search?q=Assun%C3%A7%C3%A3o+da+Virgem+%E2%80%93+painel+de+Ataide&biw=1440&bih=751&tbm=isch&imgil=gKvyj_HdYCXi3M%253A%253BcKRpHpoo3MNeUM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fpt.wikipedia.org%25252Fwiki%25252FMestre_Ata%25252525C3%25252525ADde&source=iu&pf=m&fir=gKvyj_HdYCXi3M%253A%25252525C3%25252525ADde&usq=_lml42BYnBaUGrC372QYPPymDoLA%3D&ved=0ahUKEwjkrZ62vOHMAhVChJAKHTcpDsEQycIMQ&ei=DD87V-T3CsKlwqS30riIDA#imgsrc=gKvyj_HdYCXi3M%3A



Anexo 26 – Academia Real Militar, criada no ano de 1810 – representação em retracto pintado em aquarela do prédio da primeira escola formal de engenharia instalada no Brasil

(Fonte Fotográfica: internet, 2015²⁴⁰)

²⁴⁰

Disponível em: https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=751&q=Academia+Real+Militar&oq=Academia+Real+Militar&gs_l=img.3..0l4j0i24.2626.2626.0.3161.1.1.0.0.0.200.200.2-1.1.0....0...1ac..64.img..0.1.199.FrMubAerQJ4#imgsrc=K0plgSxZllf3FM%3A



Anexo 27 – “Usina do Ribeirão do Inferno” – A Primeira Usina Hidroelétrica criada no Brasil, inaugurada em 1883, na cidade de Diamantina, no Estado de Minas Gerais, Brasil

(Fonte Fotográfica: internet, 2014²⁴¹)

²⁴¹ Disponível em: https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=751&q=Usina+do+Ribeir%C3%A3o+do+Inferno&oq=Usina+do+Ribeir%C3%A3o+do+Inferno&gs_l=img.3...4935.4935.0.6372.1.1.0.0.0.132.132.0j1.1.0....0...1ac..64.img..0.0.0.1SnF5sReXc



Anexo 28 – “Usina de Marmelos-Zero”: Primeira Usina Hidroelétrica de potência do Brasil e da América do Sul – Juiz de Fora – Minas Gerais, Brasil, em 1903

(Fonte Fotográfica: internet, 2014²⁴²)

²⁴² Disponível em: https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=751&q=Usina+de+Marmelos-Zero&oq=Usina+de+Marmelos-Zero&gs_l=img.3..6659.6659.0.7806.1.1.0.0.0.126.126.0j1.1.0....0...1ac..64.img..0.0.0.agPavrmfGGo#imgsrc=5Vb_1WQpevMFWM%3A



Anexo 29 – Usina de Marmelos – Visão parcial da Usina Hidroelétrica actualmente, Juiz Fora – MG, Brasil restaurada, preservada e aberta à visitação pública – pertença da CEMIGas Gerais)

(Fonte Fotográfica: internet, 2014)²⁴³

²⁴³ Fonte consultada, vide nota anterior n.º 124.



Anexo 30 – Visão noturna e actualizada da antiga Usina Hidroelétrica Marmelos Zero, na região de Juiz de Fora – MG – pertença da CEMIG (Centrais Elétricas de Minas Gerais)
(Fonte Fotográfica: internet, 2015²⁴⁴)

²⁴⁴ Disponível em <http://www.ricardoarcuri.com.br/jfora/usina/usina3.jpg>



Anexo 31 – “Castelinho da CEMIG”, Velho Prédio-sede da Cia. de Eletricidade de Minas Gerais, construtora e administradora da antiga Usina Hidroelétrica Marmelos

(Fonte Fotográfica: internet, 2015)



Anexo 32 – Endereço Telegráfico da Companhia Têxtil fundada pelo empresário mineiro de Juiz de Fora Bernardo Mascarenhas na cidade de Juiz de Fora em 07/01/1888

(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²⁴⁵

²⁴⁵

Disponível em https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=686&q=companhia+textil+bernardo+mascarenhas&oq=companhia+textil+bernardo+mascarenhas&gs_l=img_3...3673.3673.0.4406.1.1.0.0.0.192.192.0j1.1.0...0...1ac..64.img..1.0.0.fR12uRRW20Y#imgsrc=G4jmbHuOIYym5M%3A



Anexo 33 – Companhia Têxtil-Bernardo Mascarenhas no auge do processo de industrialização da cidade mineira de Juiz de Fora – MG, no ano de 1900

(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²⁴⁶

²⁴⁶ Idem fonte bibliográfica acima.



Anexo 34 – Retracto do Empresário Bernardo Mascarenhas, Criador,
Construtor e Director da Companhia Mineira de Electricidade
(Fonte Fotográfica: internet, 2015)²⁴⁷

²⁴⁷ Disponível em https://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1440&bih=686&q=bernardo+mascarenhas&oq=Bernardo+Mascaren&gs_l=img.3.0.0i19.811.7841.0.10737.17.12.0.5.5.0.815.2587.2-8j6-1.9.0....0...1ac.1.64.img..3.14.2607.OiHP80PtQGc#imgsrc=hXCJICB IMm55M%3A



Anexo 35 – Lâmpadas de “Thomas Edison e Nikola Tesla” utilizadas na iluminação pública de Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil – no início do século XX – Acervo do Museu da Eletricidade de Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil

(Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Porto Alegre, 2013)²⁴⁸

²⁴⁸ Estes dispositivos e componentes eléctricos foram utilizados largamente não somente em Porto Alegre, mas em todas as grandes capitais e cidades do Brasil, inclusive em Belo Horizonte e em todo o Estado de Minas Gerais.



Anexo 36 – Componentes Eléctricos – “Protectores da tensão do século XX”: fusíveis
 – Acervo do Museu da Electricidade de Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil
 (Fonte Fotográfica: Saulo S. Souza – Porto Alegre, 2013)



Anexo 37 – Bustos dos Construtores e Fundadores de Belo Horizonte – localizados no Parque Municipal de Belo Horizonte – Américo Rennè Giannetti

(Fonte Fotográfica: [internet:https://pt.wikipedia.org/wiki/Aarão_Reis_](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aarão_Reis_))²⁴⁹

²⁴⁹ Acesso web pelo autor em 2016.

APC84

AI 01.04.01
1895.01.26
n.v.310

ESTADO DE MINAS GERAES

COMMISSÃO CONSTRUCTORA

DA

NOVA CAPITAL

2.^a Divisão: — Contabilidade

3.^a Secção: — Tombamento

PROPRIEDADES ADQUIRIDAS PELO ESTADO

EM

BELLO HORIZONTE

N.^o 400

Vendedor: Mariano Ribeiro de Alencar

Propriedade: Terreno na fazenda do Freitas

Data da Escripção 25 de Janeiro de 1895

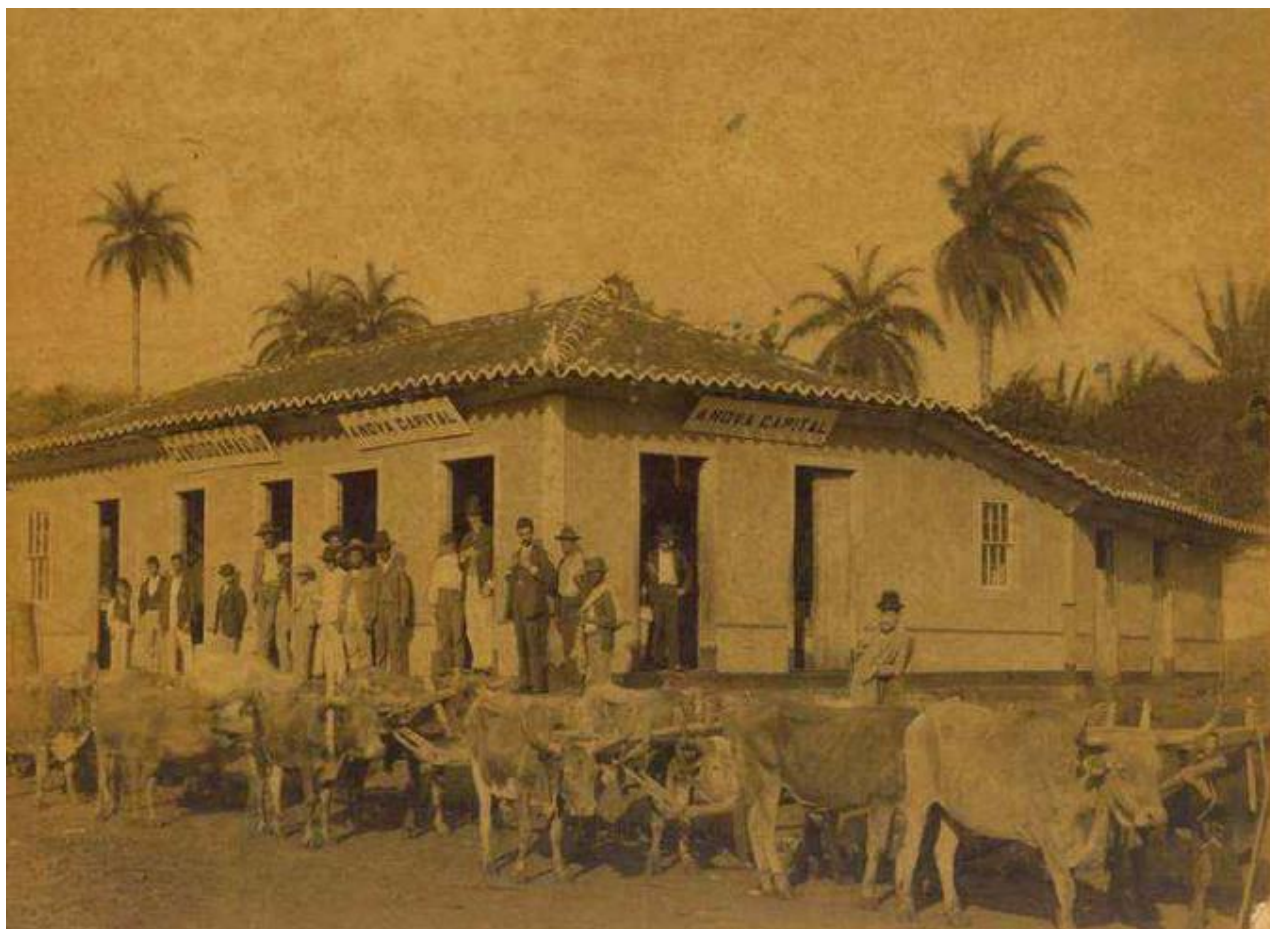
O Chefe da Secção,

José Joaquim Pinto Amarante

Anexo 38 – Documento Oficial Comprobatório da Desapropriação da Fazenda do Freitas, para a construção da primeira Hidroeléctrica da cidade de Belo Horizonte

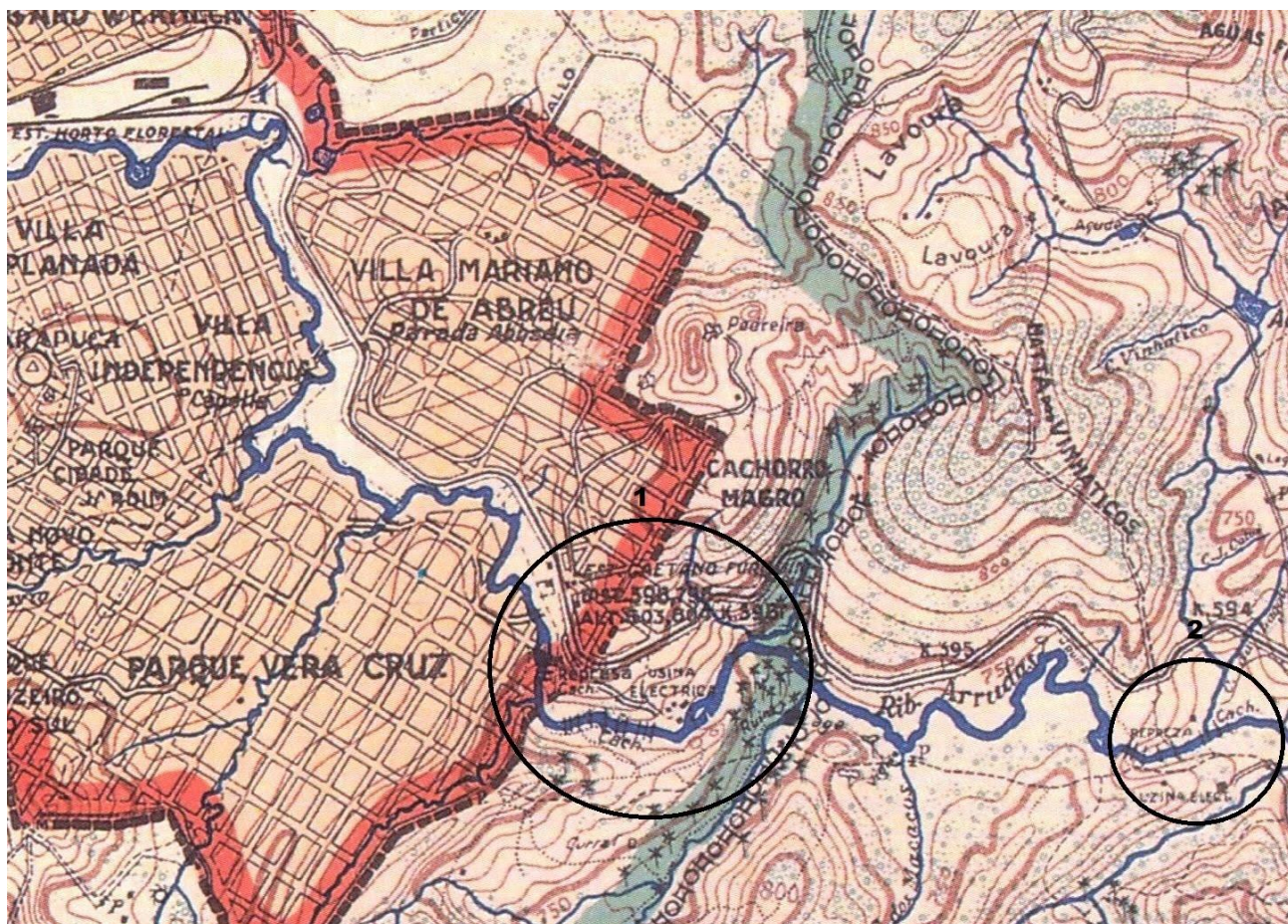
(Fonte: <http://curraldelrei.blogspot.com.br/2011/01/usina-de-freitas-primeira-usina.htm>^[250])

²⁵⁰ Acesso web pelo autor em 2016.



Anexo 39 – Antiga Fotografia Arraial do Curral Del Rei, local escolhido para construir Belo Horizonte, tempos antes da escolha para ser a nova capital de Minas Gerais
(Fonte Fotográfica: Internet, 2016)²⁵¹

²⁵¹ https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/10/17/interna_gerais,698735/intrigas-e-manobras-da-nova-capital.shtml



Anexo 39 – “Usina de Freitas Sinalizada na Planta Cadastral de Belo Horizonte de 1940”,
à construção da primeira usina eléctrica construída na nova capital, Belo Horizonte
(Fonte: <http://curraldelrei.blogspot.com.br/2011/01/usina-de-freitas-primeira-usina.htm>^[252])

²⁵² Acesso web pelo autor em 2016.



Anexo 40 – Caricatura de José Maria Eça de Queiroz – Escritor português inaugurador do estilo Realista-naturalista em Portugal e um dos maiores escritores de língua portuguesa

(Fonte Fotográfica: Internet, 2016)²⁵³



Anexo 41 – Um dos poucos Retractos de Fernando António Nogueira Pessoa –
Escritor do Modernismo Português – um dos maiores escritores de língua
portuguesa e da Literatura Universal
(Fonte Fotográfica: Internet, 2016)²⁵⁴

²⁵⁴ https://ca.wikipedia.org/wiki/Fernando_Pessoa#/media/File:216_2310-Fernando-Pessoa.jpg